



José Pedro Matos
Simões Carvalho

**Utilização de indicadores de rendimento em
processos produtivos**



José Pedro Matos
Simões Carvalho

**Utilização de indicadores de rendimento em
processos produtivos**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor António Carrizo Moreira, Professor auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família e amigos pelo incansável apoio.

o júri

presidente

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira

professor associado com agregação do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

vogais

Prof. Doutor Eduardo Manuel Machado de Moraes Sarmento Ferreira

professor associado da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Prof. Doutor António Carrizo Moreira

professor auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Em primeiro lugar pretendo agradecer aos meus pais e amigos pela força que me deram para que este projecto fosse levado a bom porto.

Gostaria também de agradecer ao Professor Doutor Luís Ferreira pela oportunidade dada e ao Professor Doutor António Carrizo Moreira pela sua exigência e principalmente pela sua frontalidade, pois sem estas muito mais dificuldades teria em acabar este projecto.

Gostaria também de agradecer à Engenheira Mariana Lima e a todos os colaboradores da *Bosch Car Multimedia*, por me proporcionarem uma tão excelsa experiência quer em termos pessoais como profissionais.

Gostaria, por último, de agradecer a muitos professores da Universidade de Aveiro que me acompanharam neste caminho que agora finda, o um muito obrigado.

palavras-chave

Produção magra, qualidade, indicadores de rendimento, desvios, indústria automóvel/electrónica

resumo

O presente projecto tem como objectivo implementar um procedimento padronizado que permita o registo da produção e de desvios a todas as linhas de produção da *Bosch Car Multimedia*. Com este projecto pretende-se que a recolha de dados sobre os indicadores de rendimento e sobre os desvios ocorridos nas linhas de produção tenham uma base comum para que a compilação dos dados permita a geração de indicadores de desempenho.

A principal vantagem deste projecto é a de poder servir de base a outros mais complexos, através dos dados compilados. Com este projecto foi possível detectar algumas tendências em relação aos desvios e foram lançadas algumas ideias sobre possíveis caminhos a explorar.

keywords

Lean manufacturing, quality, performance indicators, deviations, automotive/electronic industry.

abstract

This project aims to implement a standardized procedure for gathering production data as well as for the recording of deviations at the production lines in the Bosch Car Multimedia factory. It is intended with this project to develop a standard methodology to analyze data collected and thus to have general-based performance indicators.

The main advantage of this project is that by becoming the standard procedure for gathering data it is possible to support more complex projects, using the compiled data. It has become possible with this project to detect some trends about the deviations and some ideas were released on possible paths to explore.

Índice

Lista de figuras	III
Lista de tabelas	V
Lista de gráficos	VI
1. Introdução	1
2. Revisão bibliográfica	3
2.1 Sistema produtivo da Toyota	3
2.1.1 Da fundação até ao Sistema produtivo da Toyota	3
2.1.2 O que é o SPT	5
2.1.3 O que compõe o SPT	5
2.2 Qualidade	12
2.3.1 Evolução do conceito qualidade e metodologias relacionadas	12
3. Apresentação da empresa	18
3.1 Localizações das divisões da Bosch	19
3.2 História da Bosch (<i>Blaupunkt</i> até <i>Bosch Car Multimedia</i>)	20
3.3 Instalações	21
3.4 Estrutura da empresa	24
3.5 Fornecedores	25
3.6 Clientes	26
4. Descrição do processo produtivo	27
4.1 Processo logístico interno	27
4.2 Processo de planeamento/nivelamento da produção	29
4.3 Processo de inserção automática	31
4.4 Processo na montagem final	32
4.5 Processo de embalagem	33
5. Metodologia	36
5.1 Apresentação do objecto em estudo	36
6. Resultados empíricos	39
6.1 Indicadores de rendimento	39
6.1.1 Cálculo do EPEI	39
6.1.2 Cálculo do FF	40
6.2 Resultados obtidos	41

6.2.1 Resultados globais	41
6.2.2 Resultados específicos das linhas	46
7. Conclusões e propostas para desenvolvimentos futuros	52
8. Referências	54
8.1 Bibliográficas	54
8.2 Electrónicas	55
9. Anexos	56

Lista de figuras

Figura 1 – Representação do sistema produtivo da Toyota: A casa SPT	5
Figura 2 – Representação da Roda da Melhoria	6
Figura 3 – Representação dos sete tipos de <i>muda</i> numa linha de produção	7
Figura 4 – Representação de uma linha com <i>heijunka</i>	8
Figura 5 – Exemplo de gestão visual	9
Figura 6 – Diferenças dos conceitos produção em massa e SPT	10
Figura 7 - Funcionamento com <i>kanban</i> com exemplo de supermercados (<i>Parts Store</i>)	11
Figura 8 – Representação da trilogia de Juran	15
Figura 9 – Logótipo inicial da Robert Bosch (1886) e o actual	18
Figura 10 – Estrutura do Grupo Robert Bosch GmbH	18
Figura 11 – Localizações do Grupo Robert Bosch GmbH no mundo	19
Figura 12 – Localizações do Grupo Bosch em Portugal	19
Figura 13 - Marcos mais importantes da <i>Blaupunkt</i> e da <i>Bosch Car Multimedia</i>	20
Figura 14 – Planta da Bosch Car Multimedia	21
Figura 15 – Disposição dos equipamentos na <i>minifactory</i> 1	22
Figura 16 – Disposição dos equipamentos na <i>minifactory</i> 0	23
Figura 17 – Organigrama da empresa	24
Figura 18 – Organigrama do departamento de logística	25
Figura 19 – Fornecedores da <i>Bosch Car Multimedia</i>	25
Figura 20 – Alguns clientes OEM da Bosch Braga	26
Figura 21 – Alguns clientes termo tecnologia da <i>Bosch Car Multimedia</i>	26
Figura 22 – Processo logístico até à montagem final	27
Figura 23 – Ciclo do <i>Milk-Run</i> das matérias-primas	28
Figura 24 – Representação do processo de abastecimento do <i>Milk-Run</i>	28
Figura 25 – Caixa logística	29
Figura 26 – Caixa de nivelamento	29
Figura 27 – Exemplo de folha de planeamento de produção de uma linha	30
Figura 28 – Representação do processo na montagem automática	31
Figura 29 – Contentores de placas	31
Figura 30 – Supermercado de PCB	31
Figura 31 – Representação do processo produtivo da montagem final	33

Figura 32 – Sequenciadores no início da MF	34
Figura 33 – Pormenor sequenciador de saída	34
Figura 34 – Sequenciadores da embalagem	34
Figura 35 – Sequenciador de embalamento	34
Figura 36 – Zona de embalamento com paletes prontas a expedir	35
Figura 37 – Quadro de existências	35
Figura 38 - Caixas de expedição	35

Lista de tabelas

Tabela 1 – Diferenças de características de linhas com e sem <i>beijunka</i>	8
Tabela 2 – Categorização e descrição dos tipos de desvios	38
Tabela 3- Exemplo de nivelamento de produção	39
Tabela 4 – Exemplo de cálculo de FF	40
Tabela 5 – Resultados da linha 4 em Abril	46
Tabela 6 – Resultados da linha 4 em Maio	46
Tabela 7 – Resultados da linha 5 em Abril	47
Tabela 8 – Resultados da linha 5 em Maio	47
Tabela 9 – Resultados da linha 6 em Abril	47
Tabela 10 – Resultados da linha 6 em Maio	48
Tabela 11 – Resultados da linha 7 em Abril	48
Tabela 12 – Resultados da linha 7 em Maio	48
Tabela 13 – Resultados da linha 8 em Abril	49
Tabela 14 – Resultados da linha 8 em Maio	49
Tabela 15 – Resultados da linha 9 em Abril	50
Tabela 16 – Resultados da linha 9 em Maio	50
Tabela 17 – Resultados da linha 10 em Abril	50
Tabela 18 – Resultados da linha 10 em Maio	50

Lista de gráficos

Gráfico 1 – Valores de EPEI de Abril	42
Gráfico 2 – Valores de FF diário de Abril	42
Gráfico 3 – Valores de FF semanal de Abril	43
Gráfico 4 – Desvios ocorridos em Abril	43
Gráfico 5 – Valores de EPEI de Maio	44
Gráfico 6 – Valores de FF diário de Maio	44
Gráfico 7 – Valores de FF semanal de Maio	45
Gráfico 8 – Desvios ocorridos em Maio	45

1. Introdução

“Nestes dias onde ninguém sabe o que amanhã irá acontecer, não restam muitas formas de melhorar o lucro”. Foi assim que, Crosby (1979), definiu a imprevisibilidade e competitividade que as empresas se deparam hoje em dia. Uma das formas de maior sucesso utilizada pelas empresas nos nossos dias é através da utilização da filosofia denominada como Produção Magra (*Lean Manufacturing*).

A Produção Magra foi descrita pela primeira vez por Womack, et al. (1991). O principal objectivo desta filosofia é otimizar o processo produtivo, recursos e informações usadas, através da eliminação de desperdícios, isto é, passos que não acrescentem valor ao produto para além de melhorar o desempenho de todos os trabalhadores da empresa. No entanto, este conceito, que também ficou mundialmente conhecido por Sistema Produtivo Toyota (SPT), foi desenvolvido por Taiichi Ohno, durante década de cinquenta do século passado.

Uma das principais razões do sucesso desta filosofia é a aposta na qualidade. Pouco antes da criação do SPT, os directores das maiores empresas japonesas constataram que somente através da aposta em produtos de elevada qualidade, teriam hipóteses de competir por novos clientes em novos mercados, especialmente no mercado Americano, que na altura era o único grande consumidor mundial. W. Edwards Deming e Joseph Moses Juran contribuíram em parte para o sucesso desta aposta, que acabaria por tornar o Japão numa “potência mundial da qualidade”.

Durante a década de setenta sucedem várias quebras no consumo (nesta altura houve várias recessões) o que fez com que as empresas se ressentissem deste facto, fazendo com que muitas fechassem ou que ficassem em situações periclitantes. Este cenário atingiu principalmente as empresas ocidentais, porque nesta altura estas empresas apostavam num modelo produtivo denominado de produção em massa (produção de grandes quantidades de produto onde o único objectivo é o baixo custo, e caso automatizando o processo ficasse mais barato essa seria a escolha). Para complicar ainda mais a situação destas empresas, no início da década de oitenta, outro factor foi inserido pelos consumidores ocidentais: a exigência de produtos com qualidade.

Foi principalmente devido a esta última exigência, que as empresas Americanas e Europeias (a Europa entretanto voltou a tornar-se numa economia forte depois da 2ª Grande Guerra) começaram a olhar para uma empresa japonesa, que na altura tinha a fama de ter passado relativamente incólume durante as passadas crises tendo tido um menor decréscimo nas vendas e tendo uma recuperação mais célere. Essa empresa chamava-se Toyota e era conhecida por ter concebido um sistema de produção único, onde conseguia carros com elevada qualidade a preços extremamente competitivos. Este sistema ainda é conhecido como sistema produtivo da Toyota.

Apesar de algumas opiniões negativas iniciais em relação a este sistema que preconizava a redução de custos que não adicionem valor apostando ao mesmo tempo na qualidade, lentamente foi sendo aceite por todos como o exemplo a seguir. Foi nesta altura que os olhos do mundo se viraram para o “milagre japonês”

A qualidade é algo que é abstracto, intangível (um produto pode ser de alta qualidade para uns e ser de baixa qualidade para outros), algo que ninguém consegue explicar o que é, mas todos são capazes de a reconhecer quando deparados com ela.

Segundo Goetsch et. al. (2003) o conceito de qualidade não pode ser somente empregue nos produtos e serviços de uma empresa, as pessoas, os processos e o ambiente em que são fabricados também têm de ter a qualidade em conta, isto é, uma empresa não se pode preocupar só em que os seus produtos tenham qualidade, ela tem de se certificar que os processos que os fabricam têm qualidade, que as pessoas que os fabricam o sabem fazer da forma certa à primeira e todos os departamentos da empresa devem estar concentrados na melhoria da qualidade dos seus produtos (neste caso o conceito de cliente considera que entre os vários processos numa empresa tenham uma relação fornecedor/cliente).

Para que a qualidade seja algo em que a empresa esteja concentrada é necessário que o controlo da qualidade seja eficaz. Para isto acontecer, o objecto em estudo (quer seja um local de trabalho até uma fábrica inteira) deve ser escolhido, observado/analísado e melhorado/controlado de uma forma simples eficaz e que esteja visível a toda a gente. Para isso existem várias formas de o fazer desde o gráfico de controlo concebido por Shewhart (1931) até às filosofias de Deming (1986), Juran (1999), Crosby (1979), Ishikawa (1985), etc.

Com este trabalho pretende-se verificar quais os desvios que aparecem na produção na *Bosch Car Multimedia*, pois neste momento o registo de tais desvios ainda não se encontra sistematizado. A *Bosch Car Multimedia* é uma fábrica pertencente ao grupo Bosch e que se dedica principalmente à produção de auto-rádios. Este projecto consiste na introdução de uma metodologia para a avaliação da produtividade das linhas de produção dos clientes denominados na *Bosch Car Multimedia* por *Original Equipment Manufacturer*. Esta avaliação será executada através de indicadores de rendimento denominados por *every part every interval* e *fullfilment*. Pretende-se padronizar também o registo de desvios que acontecem nas linhas de produção dos *Original Equipment Manufacturer*, quer por uma nova categorização dos desvios, quer pelo registo efectuado dos desvios que causaram a falha na produtividade. Com este projecto implementado pretende-se que as detecções de desvios, identificações dos problemas e sua posterior resolução sejam mais eficazes e fiáveis.

Este projecto está dividido em sete capítulos começando por uma revisão bibliográfica (capítulo 2) onde se efectuará uma apresentação sobre a filosofia da produção magra (*lean manufacturing*) e sobre o conceito de qualidade.

No capítulo seguinte é efectuado uma sucinta apresentação da empresa de modo a dar uma visão sobre os locais e colaboradores que irão estar responsáveis por este projecto.

No capítulo 4 são apresentados os processos produtivos e logísticos e seus respectivos procedimentos onde este projecto se irá apoiar para que a avaliação de desempenho seja efectuada.

No capítulo 5 irá ser apresentada a metodologia usada para a execução do projecto.

No capítulo 6 serão apresentados os resultados recolhidos partindo de uma visão geral em termos de indicadores para uma visão mais particular onde irá ser efectuada uma análise a cada linha de modo a tentar evidenciar algumas tendências que possam sobressair.

No capítulo 7 serão apresentadas as conclusões do projecto e apresentar-se-ão possíveis propostas para trabalhos futuros.

2. Revisão bibliográfica

Neste capítulo está concentrada toda a informação com relevância para este projecto encontrada em livros, jornais e revistas científicas que ajudaram à concepção e execução deste projecto.

Aqui também estarão descritos todos os conceitos do SPT com relevância para o projecto em causa, assim como estará também descrita a importância e trajecto da qualidade ao longo do tempo e a relevância da qualidade para este projecto.

2.1 Sistema produtivo da Toyota

2.1.1 Da fundação até ao Sistema produtivo da Toyota

O sistema conhecido como Sistema Produtivo da Toyota (SPT) nasceu e foi desenvolvido na empresa fundada por Kiichiro Toyoda, a Companhia Automóvel Toyota, mais comumente conhecida como Toyota (Daqui em diante também será usada esta denominação para designar a Companhia Automóvel Toyota). A história desta empresa, está intimamente ligada a uma outra sendo esta a Teares Automáticos Toyota, fundada por Sakichi Toyoda, pai de Kiichiro Toyoda. Esta relação existe, pois segundo Liker (2004) foi a partir da venda (a uma empresa inglesa a Platt Brothers), de uma patente de teares automáticos que tinham como características serem automáticas e de serem “à prova de defeitos”.

Esta filosofia de evitar defeitos aquando da produção ficou conhecida como *jidoka* e mais tarde tornou-se num dos pilares do SPT. Também segundo Liker (2004) foi com o dinheiro da patente Sakichi Toyoda criou um departamento automóvel na sua empresa e colocou como responsável o seu filho.

Liker (2004) também descreve que passados alguns anos de investigação sobre o funcionamento e manufatura de um automóvel, é criada em 1936 a Toyota. Kiichiro Toyoda aquando da fundação da empresa usa a filosofia *jidoka* mas cria uma nova filosofia para produzir bens que denominou como produzir *just-in-time* (JIT). Esta filosofia foi baseada nas suas viagens às fábricas americanas da Ford. Kiichiro Toyoda aquando da inauguração da fábrica de Koromo, descreve o JIT com uma forma de diminuir o tempo de folga no âmbito dos processos de trabalho e no transporte de peças e materiais tanto quanto possível, para que seja possível expedir os bens no tempo certo à hora certa é a regra orientadora (Liker, 2004)

Depois da Segunda Grande Guerra, o Japão tinha uma economia completamente destruída. A Toyota entre o final da Segunda Grande Guerra e até ao início da década de cinquenta passou por dificuldades que definiram a empresa no que ela ainda é hoje. Em 1945 a Toyota, ainda dirigida pelo seu fundador, atravessa um débil período de prosperidade, pois com o país completamente destruído e com a ajuda americana no desenvolvimento do Japão era necessária a produção de enormes quantidades de camiões e automóveis. Por volta de 1950 começaram as dificuldades. A altíssima inflação dos bens foi o que despoletou tudo e daí até à ruína das empresas japonesas a distância foi pequena. Nesta altura o fundador da Toyota demite-se e o seu lugar é ocupado por Eiji Toyoda. Foi durante a direcção de Eiji Toyoda, que foi concebido o SPT, sendo desenvolvido por Taiichi Ohno.

Desde o início a Toyota teve como preocupação a eliminação de desperdício (isto pode ser notado pela criação e aperfeiçoamento das filosofias *jidoka* e JIT), pois como não tinha nem dinheiro nem um grande mercado para vender, não podia dar-se ao luxo de desperdiçar recursos.

No princípio do terceiro quartil do século XX a *General Motors* (GM), a *Chrysler* e a *Ford*, eram os grandes construtores automóveis por excelência da época, e faziam uso da filosofia da produção em massa desenvolvida por Henry Ford, que consistia em produzir grandes quantidades de um limitado número de modelos ao mais baixo custo.

Na década de cinquenta, Eiji Toyoda, inconformado com a produtividade da sua empresa, efectua uma viagem de estudo à maior e mais eficiente fábrica da Ford que se situava em River Rouge. Depois de voltar da viagem, onde verificou que a fábrica de eficiente tinha pouco pois mais se parecia com um armazém do que com uma fábrica e que esta podia ser uma oportunidade a explorar, Eiji Toyoda entrega uma missão a Taiichi Ohno, aumentar os índices de produtividade das fábricas da Toyota, de modo a igualarem os índices da fábrica de River Rouge.

Taiichi Ohno efectua também várias viagens aos EUA onde visita várias fábricas pelo país e verifica o mesmo problema que Eiji Toyoda verificou. No entanto Taiichi Ohno depara-se com um grave problema: como fazer aumentar a produtividade de uma empresa que não pode usar as economias de escala, não tem uma cadeia de abastecimento, a procura de produtos era pequena (o que obrigava a usar a mesma linha para vários modelos) e não tem dinheiro e poucos recursos?

A resposta que Taiichi Ohno desenvolveu foi adaptar o processo produtivo da Ford de modo a atingir produtos de alta qualidade, baixo custo, prazos de entrega curtos e com grande flexibilidade. A principal forma para atingir tal objectivo, era através do domínio do fluxo contínuo de material que, como Ford (1926) defendeu seria alcançado no processo de fabricação através da padronização de processos e da eliminação de desperdícios. Para isso acontecer, Taiichi Ohno acreditava que a chave seria através do desenvolvimento de ferramentas para máquinas de precisão e de peças permutáveis.

Taiichi Ohno usou este conceito de fluxo contínuo de material, mas o ponto de chamada seria diferente. Em vez de produzir os bens e armazená-los em grandes quantidades, seria a procura do cliente que iniciaria todo o processo. Este processo denominado de Sistema Puxe (baseado na ideia dos supermercados), obriga que o processo anterior deve sempre fazer o que o processo subsequente pede. Para que isto aconteça os processos têm de ter uma grande flexibilidade e eficiência, de modo a que os trabalhadores possam usar a sua experiência e conhecimento dos processos onde laboram para os poderem melhorar.

Durante o desenvolvimento do SPT, segundo Liker (2004) a Toyota descobriu que ao se estabelecerem prazos curtos e processos produtivos flexíveis, a qualidade dos produtos torna-se melhor, a produtividade aumenta, existe uma melhor ocupação dos espaços e equipamentos e melhora-se a interacção com o cliente.

Na década de sessenta, o SPT já estava em fase de maturação e a partir desta altura a Toyota começou a ensinar os princípios do SPT aos seus fornecedores criando uma cadeia de abastecimento totalmente nova, isto é, todas as empresas da cadeia de abastecimento praticavam os mesmos princípios e todas tinham a sua parte dos benefícios do SPT.

2.1.2 O que é o SPT

Como foi dito anteriormente, o SPT é um conjunto de filosofias e ferramentas onde as partes beneficiam o sistema como um todo, tendo como objectivo a melhoria contínua desse sistema (Liker, 2004). As filosofias e ferramentas do SPT usadas individualmente podem ter um efeito de melhoria no curto prazo, mas no longo prazo não serão tão eficientes como quando usadas em conjunto.



Fonte: Liker (2004)

Figura 1 – Representação do sistema produtivo da Toyota: A casa SPT

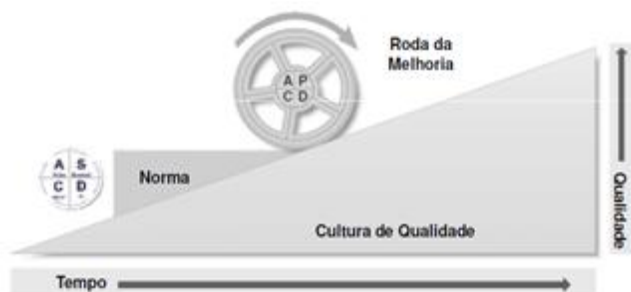
A figura 1 apresenta um diagrama comumente usado para descrever o SPT porque, como uma casa, o SPT só funciona se tiver boas fundações (*heijunka*, processos estáveis e padronizados, gestão visual e a filosofia de visão de longo-prazo), bons pilares (JIT e *jidoka*) e um telhado que se quer manter (produtos de alta qualidade, a baixo custo, no prazo mais curto, feitos de forma segura e motivadora). Para que a casa não desmorone é necessário haver limpeza (eliminação de *muda*) e que seja habitada (no SPT as pessoas e o trabalho de equipa são fundamentais) para que sua manutenção (*kaizen*) seja feita de forma eficiente.

Como numa casa, cada elemento deste sistema é crítico e, quanto melhor for o trabalho realizado por cada parte, melhor será o resultado final. O contrário também acontece, isto é, caso uma das partes ficar em pior estado o resto sofrerá como consequência, ou seja, neste sistema tudo se reforça ou arruína dependendo do trabalho feito.

2.1.3 O que compõe o SPT

Com o SPT nasceu o conceito de filosofia *kaizen*, palavra japonesa que significa *kai* (mudar) *zen* (melhor). Esta filosofia consiste na melhoria contínua dos processos através da eliminação de processos que não adicionem valor ao produto para os tornar mais eficientes,

controlados e flexíveis. O *kaizen* é efectuado através da simplificação de processos com a ajuda da Roda da Melhoria (também conhecida como ciclo de Deming. Mais adiante irá ser explicado o seu funcionamento), para que seja descoberta a causa de um problema melhorando desta forma o processo.



Fonte: Deming (1986)

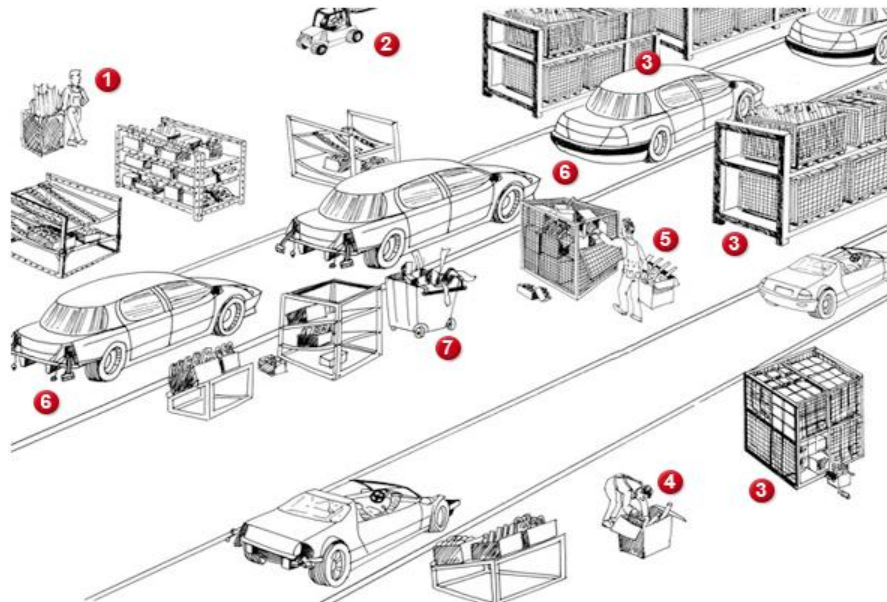
Figura 2 – Representação da Roda da Melhoria

Com o objectivo de criar o fluxo contínuo de material peça-a-peça, Ohno (1988) aprendeu a mapear as actividades que adicionam valor ao produto e eliminar as que não adicionam valor. Muitas das filosofias e ferramentas do SPT derivam destas acções. Esta sistemática deve ser feita sempre na perspectiva do cliente, e mesmo dentro de uma fábrica o mesmo conceito de cliente deve ser utilizado, pois é através desta perspectiva que o conceito de valor acrescentado é criado. Com este trabalho de mapeamento de valor foi possível efectuar-se a eliminação de desperdícios (*muda* palavra japonesa que significa desperdício). Ohno (1988), no seu trabalho de eliminação de *muda*, observou que existem sete tipos de desperdício, sendo eles os seguintes:

1. **Tempo de espera:** consiste no tempo em que os colaboradores não podem realizar as tarefas, quer seja pela falta de materiais, quer pelo processo que “obriga a pessoa a tomar conta da máquina”, quer pelos gargalos existentes no processo ou pelas avarias na máquina.
2. **Transporte:** este tipo de *muda* consiste quer no transporte desnecessário de produtos finais quer de materiais entre processos desses produtos. Este tipo contém todo o transporte desde o transporte entre processos até ao transporte entre a produção e a expedição. O que se pretende é que se evite longos períodos de transporte sendo o objectivo minimizar ao máximo este tempo e caso seja possível eliminá-lo.
3. **Inventário:** o excesso de inventário quer de matérias-primas, quer produtos finais, quer de produtos em processo é um custo desnecessário para a empresa, pois é capital empatado que no limite pode ficar obsoleto. Este tipo de *muda* esconde muitos dos problemas de uma empresa sendo alguns o tempo de entrega por parte dos fornecedores, defeitos, as avarias dos equipamentos, entre outros.
4. **Tarefas desnecessárias:** este *muda* acontece principalmente quando se produz produtos de maior qualidade do que o cliente pretende. Acontece devido a processos inefficientes devido a ferramentas e processos desadequados.

5. **Movimentos desnecessários:** é algo que irá estar sempre presente pois o SPT necessita de pessoas para poder funcionar. Este *muda* consiste nos movimentos desnecessários efectuados pelos colaboradores, isto é, todos os movimentos desde ir buscar peças ou ferramentas, procurar peças até andar é considerado desperdício.
6. **Sobre produção:** Taiichi Ohno verificou que eliminar este tipo de *muda* era fundamental, pois era a partir deste que grande parte dos outros *muda* aparecia. Este tipo de *muda* consiste na acumulação de produtos que o cliente não necessita e provoca a sobre alocação de recursos, inventários em excesso e transporte desnecessário de recursos.
7. **Defeitos:** o tempo e recursos que se perdem ao ter de se reparar um produto devido às más ferramentas e desenho de processos, também são considerados *muda*. Para evitar este erro a elevada qualidade dos processos e ferramentas deve ser o objectivo pois assim também se obtém um produto de qualidade. Muitas vezes estes produtos não podem ser recuperados e têm de ser aceites como perdas.

Na figura 3 estão representados os *muda* que anteriormente foram descritos.



Fonte: A (adaptado)

Figura 3 – Representação dos sete tipos de muda numa linha de produção

Existe também outro tipo de desperdício que normalmente não é considerado mas é de extrema importância para o funcionamento do SPT. A perda das ideias, tempo, capacidades dos trabalhadores devido à não auscultação das suas opiniões é uma das principais causas para a que o SPT não funcione. Quem melhor percebe das dificuldades inerentes ao processo, do que quem trabalha todos os dias com o mesmo? Para o SPT funcionar eficazmente todas as pessoas são necessárias e só assim os processos podem ser continuamente melhorados.

Como foi visto acima, um dos fundamentos do SPT é o chamado *heijunka* (nivelamento da produção). Ohno ao descrever este conceito como uma tartaruga que apesar

de ser lenta causa menos desperdício e é preferível ao movimento da lebre que apesar de ser rápida é mais inconstante pois tem de parar para descansar ocasionalmente.

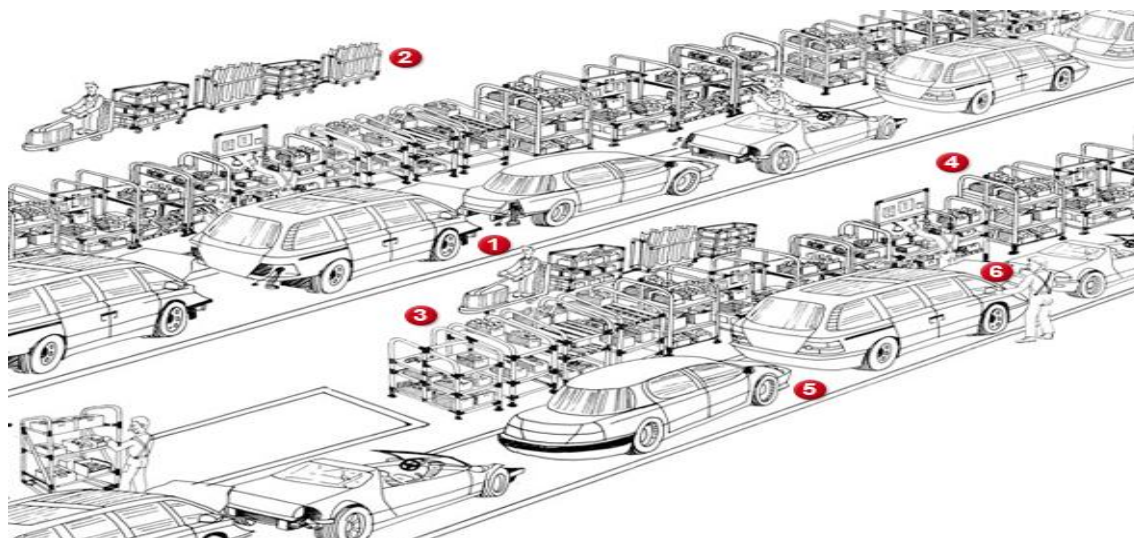
Segundo esta máxima, o *heijunka* pretende nivelar a produção de produtos, tanto em termos de volume, como de oferta de produtos, para que o controlo dos processos seja feito de forma mais eficaz, facilitando a estabilidade e consequente controlo do processo e a padronização do trabalho. Para que funcione, a produção deve ser efectuada em pequenos lotes (sendo o objectivo o fluxo contínuo peça-a-peça) tendo por base as ordens do cliente de modo a que a oferta de produtos seja variada e o prazo de entrega dos produtos se aproxime ao máximo do que o cliente deseja.

Na tabela 1 são mostradas algumas diferenças entre processos que utilizem *heijunka* e outros que não utilizem.

Tabela 1 – Diferenças de características de linhas com e sem *heijunka*

<i>Sem Heijunka</i>	<i>Com Heijunka</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Normalmente os clientes não compram os produtos previsivelmente 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade para fazer aquilo que o cliente quer, quando quer.
<ul style="list-style-type: none"> • Existe risco de não vender produtos 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do risco de venda de produtos
<ul style="list-style-type: none"> • A utilização dos recursos é desequilibrada 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso equilibrado de mão-de-obra e máquinas
<ul style="list-style-type: none"> • Coloca uma procura desequilibrada nos processos a montante 	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta suavizada nos processos a montante e nos fornecedores da fábrica

Fonte: Liker (2004) adaptada



Fonte: B

Figura 4 – Representação de uma linha com *heijunka*

A figura 4 contém uma representação do que se considera *heijunka*, e também algumas características do uso desta filosofia:

1. *Heijunka* em linha

2. Logística mais leve, pequenos comboios, colocação em fluxo.
3. Pequenas embalagens, menor quantidade de existências.
4. Compressão do bordo de linha, concentração no valor acrescentado, redução dos *muda*.
5. Linha flexível multi-produto (*heijunka*). Melhor utilização dos meios de produção.
6. Operadores a criar valor acrescentado. (ver melhor este exemplo)

Outro dos fundamentos é a gestão visual que é usada como forma de comunicação usada onde se pretende mostrar como o trabalho é feito e quais são as normas relativas ao mesmo, isto é, é uma ferramenta para os colaboradores saberem se o seu trabalho está dentro dos parâmetros ou se pelo contrário existe alguma anomalia no processo. Normalmente esta gestão é feita através de quadros que devem demonstrar de forma simples e clara o que pretendem controlar. Um quadro com uma boa gestão visual não necessita de ser estudado com rigor para se entendido.



Fonte: C

Figura 5 – Exemplo de gestão visual

A gestão visual no SPT não funciona somente como uma forma de comunicação de resultados, mas como uma forma de adicionar valor ao processo, pois ao observar o quadro qualquer colaborador deve ser capaz de verificar se a tarefa está sendo executada correctamente ou se há algum desvio que no processo.

Como foi dito anteriormente a Toyota foi fundada com as filosofias *JIT* e *jidoka*, mas, no entanto faltavam as várias ferramentas (vistas na “Casa SPT”) que Ohno (1988) concebeu ao longo dos anos. Ohno (1988), ao querer implementar o fluxo contínuo de material, utilizou as filosofias concebidas por Sakichi Toyoda (*jidoka*) e por Kiichiro Toyoda (*JIT*) e acreditava tanto nestas filosofias que afirmou que o caminho para o sucesso pendia na eliminação dos *muda* e para o fazer a basear-se-ia nas filosofias *JIT* e *jidoka*. (Ohno, 1988).

Segundo Liker (2004) a filosofia *JIT* é constituída por um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas permitindo produzir e entregar produtos em pequenas quantidades e consequentemente em prazos de entrega mais curtos, para mais facilmente ir de encontro aos anseios do cliente. Esta filosofia permite uma capacidade de resposta muito mais flexível a um custo inferior do que usando a abordagem de produção em massa, isto é, como diz no pilar *JIT* da cada do SPT ou como Kiichiro Toyoda disse na inauguração da fábrica de Koromo, o

JIT é uma filosofia que pretende oferecer *a peça certa, na quantidade certa, à hora certa*. Para esta filosofia obter um melhor resultado, devem ser usadas as ferramentas associadas ao JIT estando elas dispostas no pilar da casa do SPT.

O fluxo contínuo de material, como foi explicado anteriormente, foi um dos princípios que esteve na base do sucesso do JIT, assim como integrar a logística como um todo, pois como foi dito anteriormente o SPT só funciona se for usado como um sistema holístico.

Existem outros dois conceitos que não foram explicados mas que também são de igual importância sendo eles o *takt time* (Liker considera o *takt time* o pulsar do sistema, ou seja este é o ritmo a que a produção deve ser efectuada, sendo também conhecido como ritmo da procura do cliente) e a mudança rápida de ferramentas (mais conhecida por *SMED* e desenvolvida por Shingeo Shingo). Para evitar um dos maiores *muda* (sobre produção) e um dos conceitos que permitiu que o JIT (e também o *jidoka*) evoluísse Ohno (1988) adaptou o conceito existente nos supermercados e adaptou-o para a produção de produtos, ou seja, pegou na forma de funcionamento que existe ainda hoje nos supermercados, onde é o cliente que ordena se um determinado produto deve ser repostado e adaptou-o para a produção, onde em vez de produzir aumentando deste modo as existências, será o cliente a iniciar a ordem de produção podendo os clientes serem internos (entre os processos da fábrica) ou externos (cliente final). E como Liker (2004) afirma que para o JIT funcionar o processo anterior deve sempre somente fazer o que o processo subsequente necessita.

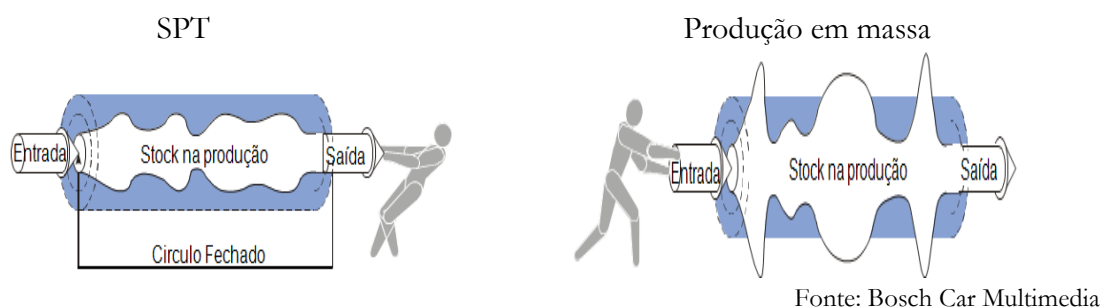
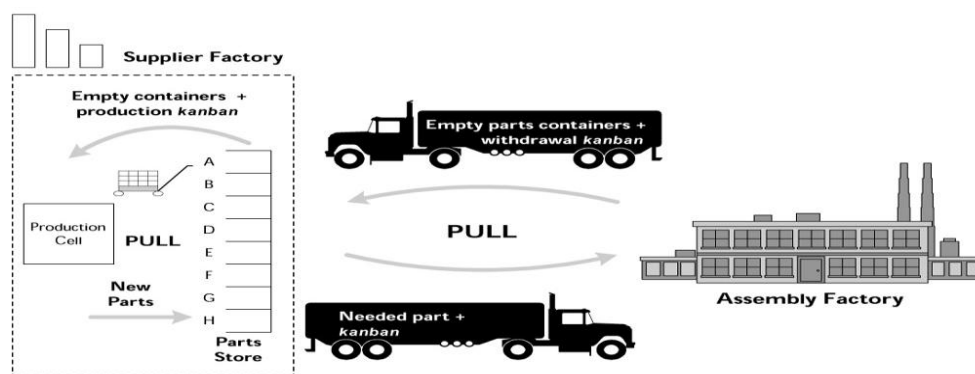


Figura 6 – Diferenças dos conceitos Produção em massa e SPT

Existem outras ferramentas que não estão representadas na casa do SPT, mas que têm relevância para compreender o funcionamento da produção sendo estes o *kanban* e os supermercados.

O *kanban* é uma forma de sinalização entre processos e foi descrito do seguinte modo: “O *kanban* age como um sistema de informação que integra a fábrica, liga todos os processos uns com os outros e liga, harmoniosamente, toda a cadeia de valor com a procura dos clientes.” (Productivity Press, 2002, 2). O *kanban* foi necessário porque como se percebe pela afirmação, Taiichi Ohno, ao desenvolver o SPT verificou que necessitava de algo que sinalizasse quando as linhas necessitassem de ser reabastecidas.



Fonte: Liker (2004)

Figura 7 - Funcionamento com *kanban* com exemplo de supermercados (*Parts Store*)

Pela figura 7 podemos verificar que o *kanban* é tanto usado para iniciar a produção, como para identificar os produtos que saem do armazém. Entre os benefícios do uso do *kanban* está a redução de sobre produção e consequentemente das existências, a possibilidade de rastreabilidade de problemas que surjam, pois a cada *kanban* está associado um produto (ou pelo menos um lote do mesmo produto) ajudando no objectivo *kaizen*.

Entre os processos podem ser introduzidos vários armazéns intermédios que se denominam por supermercados. Estes são, na realidade, armazéns onde se concentra o *muda* da acumulação de existências. Tendo por base a figura 7 pode-se observar que o supermercado tanto pode servir de apoio entre processos internos (nos vários processos dentro da *Supplier Factory*) como externos (entre a *Supplier Factory* e a *Assembly Factory*). A forma de funcionamento destes armazéns é igual ao utilizado nos supermercados (sendo daí que vem o nome) tendo por base a mesma forma de funcionamento, ou seja, conforme o cliente retire produtos do supermercado é lançada uma ordem de produção dos mesmos.

Como pudemos observar anteriormente, a filosofia *jidoka*, inventada por Sakichi Toyoda, compõe o outro pilar da casa do SPT e consiste na paragem automática da produção caso seja detectado um erro ou desvio da qualidade. Esta filosofia, também conhecida como automação (automação com toque humano, pois combina a capacidade das máquinas para a detecção de erros, com a capacidade humana de os resolver evitando que o erro continue para jusante) defende que a qualidade não se deve só concentrar no produto, pelo que deverá estar presente no processo, pois processos que fomentem qualidade obtêm produtos com qualidade. Executar esta filosofia no posto de trabalho é uma tarefa muito mais eficaz e barata que inspeccionar e reparar um produto depois de o produto estar acabado.

O *jidoka* ao ser correctamente implementado num processo, possibilita que os erros sejam descobertos tornando-os visíveis, permitindo que sejam tomadas medidas para que o problema que o despoletou seja resolvido. Esta filosofia também permite, através dos processos e equipamentos, que o colaborador não esteja constantemente “agarrado” às máquinas permitindo que os colaboradores realizem trabalho de valor acrescentado.

Concluindo, a filosofia de produção magra aumenta drasticamente a importância de fazer as coisas bem à primeira e isto só pode ser atingido através duma aposta na qualidade tanto de produtos como de processos.

2.2 Qualidade

A qualidade é algo que é abstracto, intangível (um produto pode ser de alta qualidade para uns e ser de baixa qualidade para outros), algo que ninguém consegue explicar o que é, mas todos são capazes de a reconhecer quando deparados com ela. A qualidade é também um estado dinâmico, pois ao longo do tempo as preferências das pessoas e os factores que os fazem preferir o produto A ao B alteram-se constantemente além de diferirem entre pessoas/clientes.

Segundo Juran (1999), o conceito de qualidade define-se como aquelas características que o cliente pretende para satisfazer as suas necessidades e um modo de ficar livre de defeitos, evitando reclamações de clientes, retrabalho ou inutilização de produtos, entre outros. No entanto, para se atingirem produtos com elevada qualidade não se deve somente apostar em aumentar a qualidade no produto final. Segundo Goetsch et al. (2003) uma empresa não se pode preocupar só em que os seus produtos tenham qualidade, ela tem de se certificar que os processos que os fabricam têm qualidade, que as pessoas que os fabricam o sabem fazer da forma certa à primeira e todos os departamentos da empresa devem estar concentrados na melhoria da qualidade dos seus produtos (neste caso o conceito de cliente considera que entre os vários processos numa empresa tenham uma relação fornecedores/cliente).

Nos dias de hoje, os gerentes e directores de empresas transformadoras ou de serviços consideram que para uma empresa ter sucesso no mercado, necessita de apostar em três elementos: a produtividade, o custo e a qualidade Goetsch et al. (2003). Sem estes elementos as empresas não terão tantas hipóteses de competir no mercado. No entanto, a aposta (ou ausência dela) na qualidade é o elemento mais crítico para uma empresa ter sucesso (ou insucesso) no longo-prazo. Esta aposta permite aumentar a produtividade (pois produtos com elevada qualidade são mais eficientes e para os produzir são necessários processos com igual qualidade) e reduzir os custos (processos mais eficientes produzem menor números de produtos defeituosos). A aposta na qualidade permite que os clientes tenham níveis de satisfação superiores, o que aumenta a possibilidade de vendas futuras ou mesmo a possibilidade destes transmitirem a qualidade/satisfação nos produtos/serviços a outros possíveis clientes. No seu livro Deming (1986) descreveu o porquê da qualidade estar presente nas mentes de toda a organização: *“Qualidade só é definida nos termos do agente. Quem é o juiz da qualidade? Na mente do operador de produção, ele produz qualidade caso ele tenha orgulho no seu trabalho. Má qualidade para ele significa perda nas vendas e talvez do seu trabalho. Segundo ele a boa qualidade manterá a empresa a trabalhar. Trabalhar para o director fabril significa atingir os objectivos e as especificações”* (Goetsch et al., 2003, 4)

2.3.1 Evolução do conceito qualidade e metodologias relacionadas

A qualidade não é um conceito novo. Já no tempo da antiga cultura egípcia a qualidade estava presente, e tal pode ser demonstrado pelas pinturas que retratam a forma correcta de se medir, cortar e inspecionar o trabalho nas pedreiras e como prova do seu trabalho ser preciso, é a dificuldade de se colocar, uma faca entre duas pedras nos monumentos egípcios

até nos dias de hoje. Desde esse tempo até à revolução industrial a inspecção da qualidade foi mantida através de associações de artesãos que garantiam que um aprendiz tinha a necessária formação sobre a arte. Nesse tempo a verificação da qualidade era bastante informal, pois dependia do conhecimento que o artesão tinha sobre a produção e o aspecto desejado do produto, pois a verificação da qualidade era somente feita ao produto final.

Aquando da revolução industrial o conceito de qualidade muda radicalmente, pois com a introdução da mecanização dos processos e consequente divisão do trabalho a verificação por parte do artesão deixa de ter razão de ser pois este trabalho cai em desuso, isto é, as pessoas não produziam uma peça do início ao fim mas somente uma parte dele conduzindo ao advento da produção em massa. No princípio do século XX, Taylor (1911) introduz o conceito de gestão científica e como já não havia artesãos para inspeccionar o seu trabalho, foram formadas pessoas para especificamente inspeccionar a qualidade dos produtos, mas o único trabalho que realizavam era tentar descobrir os produtos defeituosos e enviá-los para o lixo. Os fabricantes eram capazes de produzir produtos de boa qualidade, mas com custos muito elevados.

Por volta de 1930, Shewhart (1931) recebeu como tarefa desenvolver métodos de controlo da qualidade dos produtos, pois com o aumento da complexidade de produção de produtos havia empresas que tinham quase tantos inspectores de qualidade do que operadores. Para isso Shewhart (1931) utiliza uma nova abordagem na resolução dos problemas da qualidade e fá-lo através da criação do controlo estatístico de processos. Através das cartas de controlo pôde-se começar a identificar problemas de qualidade nos processos de produção. Foi nesta altura que a qualidade pode ser considerada uma disciplina técnica.

No final da Segunda Grande Guerra ocorre um dos mais importantes acontecimentos para que a qualidade, numa perspectiva de prevenção do erro em vez de retirar o erro feito, a perspectiva que temos hoje como base, passasse a ser uma prioridade para as empresas: o Japão perde a guerra e para ajudar à sua reconstrução o exército americano pede a W. Edwards Deming e Joseph Juran para os auxiliar nesse esforço (Goetsch et. al., 2003). Deming ao chegar ao Japão difunde os seus ensinamentos a directores e presidentes de empresas, e estes ao ouvir tais ensinamentos antevêem que esta nova abordagem é a oportunidade de colocar o país outra vez no caminho do desenvolvimento. Juran (Goetsch et. al. 1994, 10) descreve desta forma os primeiros passos efectuados pelas empresas japonesas na aposta na qualidade: *Para resolver os seus problemas de qualidade os japoneses comprometeram-se a estudar a forma de como os outros países obtinham produtos de qualidade. Para isto os japoneses enviaram equipas para estudar a as empresas estrangeiras e qual a sua abordagem, seleccionando depois literatura estrangeira para japoneses. Convidaram também especialistas estrangeiros para ir ao Japão efectuar conferências e treinar directores.*

Foi através destes ensinamentos que os japoneses desenvolveram estratégias inéditas, que levaram a uma revolução na qualidade. Várias dessas estratégias foram decisivas:

- 1. Os gestores de topo lideraram a mudança;*
- 2. As pessoas de todos os níveis e funções foram submetidos a um treino para gerir/produzir para a qualidade;*
- 3. A melhoria da qualidade foi realizada a um ritmo revolucionário;*
- 4. A força de trabalho foi inserida na melhoria da qualidade através do conceito de “Círculos da qualidade”.*

Foi nesta altura que o famoso SPT foi desenvolvido por Taiichi Ohno. Este sistema além de ter como linhas orientadoras o que foi dito anteriormente baseou-se muito das ideias de Deming (1986) (14 pontos, 7 doenças mortais e ciclo PDCA) e de Juran (1999) (Trilogia de Juran, uso do princípio de Pareto, três passos básicos para o sucesso e os dez 10 passos para a melhoria da qualidade) permitindo que a qualidade deixasse de ser inspeccionada só ao produto final e passasse a estar presente através da melhoria dos processos e produtos, da formação das pessoas e na melhoria do ambiente em que os produtos são fabricados.

Deming (1986) e Juran (1999) defendiam que a maior parte dos problemas de uma empresa estavam relacionados com a gestão, e que para uma empresa poder ter sucesso teria de os eliminar. No entanto, para isso acontecer Deming identificou o que chamou de 14 pontos e de 7 doenças mortais. Os 14 pontos de Deming (1986) resumem o que ele pensa serem as mudanças necessárias para uma empresa passe de banal para uma de classe mundial. As 7 doenças mortais são as razões, que segundo Deming, impedem que uma empresa implemente as transformações aconselhadas pelos 14 pontos. Uma ferramenta que se tornou de uso obrigatório para a resolução de problemas de qualidade foi o ciclo PDCA e tal importância pode ser observada na roda da melhoria ainda hoje utilizada. Esta ferramenta consiste em 4 passos, tal como representado na figura 2:

1. *Plan* (Planear) – escolher o que se quer controlar e que objectivos se pretendem atingir
2. *Do* (Fazer) – executar as mudanças que se pretendem
3. *Check* (Verificar) – analisar o resultado das mudanças
4. *Act* (Agir) – caso a mudança seja positiva adoptá-la caso contrário recomeçar o processo.

A filosofia *kaizen* tem na chamada Roda da Melhoria uma das suas principais componentes e para funcionar necessita que o ciclo PDCA esteja sempre presente. A roda funciona da seguinte forma (Deming, 1986):

- Primeiro identifica-se um problema ou área de melhoria e aplica-se o ciclo PDCA ao problema, caso seja encontrada uma solução essa torna-se a norma, isto é, a melhor forma de realizar determinada tarefa;
- Depois o ciclo PDCA é efectuado mas à norma existente para que haja uma melhoria contínua desse processo. Este processo deve ser realizado continuamente pois nenhum processo pode ser considerado suficientemente bom.

Enquanto Deming (1986) se concentrou mais na utilização de ferramentas estatísticas, Juran ensinou técnicas mais viradas para uma gestão da qualidade. Alguns dos conceitos de Juran são os três passos básicos para o sucesso, os dez 10 passos para a melhoria da qualidade, a utilização do princípio de Pareto na qualidade e o mais conhecido é a denominada Trilogia de Juran.

Os três passos básicos e os dez passos para a melhoria da qualidade podem ser equiparados com os 14 pontos de Deming, pois ambos apontam o caminho que segundo Juran, as empresas devem tomar para atingir uma qualidade elevada dos seus produtos.

O princípio de Pareto (1919), deve o nome ao seu descobridor, e foi observado em Itália pelo economista que num dos seus estudos observou que 20% dos italianos possuía

cerca de 80% da riqueza do país. Juran (1999) baseou-se neste estudo e concluiu que nas empresas passa-se um fenómeno bastante semelhante, onde 20% dos produtos fabricados são responsáveis por 80% do volume de vendas. Com esta observação Juran (1999) afirma os recursos devem ser concentrados para a eliminação dos problemas destes 20% pois assim a empresa terá grandes ganhos em termos de custos.

A trilogia de Juran é um conjunto de directrizes que indica as principais funções de uma gestão virada para a qualidade.



Fonte: Juran (1999)

Figura 8 – Representação da trilogia de Juran

Com estas duas filosofias sobre a qualidade e com o SPT o Japão e especialmente a Toyota tornaram-se modelos de sustentabilidade. Com esta filosofia, a engenharia da fiabilidade desenvolveu-se e consolidou-se entre as décadas de cinquenta e setenta, muito embora a maior parte das empresas, especialmente ocidentais, ainda se baseassem na produção em massa e numa inspecção que não consistia em mais do que retirar as partes defeituosas que encontrassem.

Na década de 1970 Crosby (1979) introduz o conceito de Zero defeitos. Crosby (1979) defende que uma empresa deve almejar atingir a quantidade de zero defeitos pois só assim é possível eliminar os desperdícios. Por esta altura Feigenbaum (1961) insere o conceito de Gestão da Qualidade Total (GQT) onde afirma que para uma empresa efectuar eficazmente a integração como um todo do desenvolvimento de produtos, da melhoria contínua dos processos e da produção dos produtos esta deve ser formulada de acordo com a GQT, pois permite que os produtos e serviços prestados ao cliente sejam efectuados ao nível mais económica mas permitindo a satisfação do cliente. Este conceito é aquele utilizado nos nossos dias e demonstrou, principalmente às empresas ocidentais, a dependência do SPT e da aposta na qualidade para que as empresas sejam sustentáveis, ou seja, é somente através da GQT que uma empresa terá sustentabilidade no longo-prazo.

Somente a partir da década de oitenta as pessoas começaram a ficar mais exigentes em relação à qualidade dos produtos que pretendiam e como resultado desta mudança de paradigma, as empresas americanas e europeias começaram a estudar e introduzir as filosofias

do SPT e da GQT nas suas organizações de modo a conceber produtos com melhor qualidade.

Outra das principais razões da introdução destas filosofias foi a detecção dos chamados custos da qualidade que não são mais do que o custo de uma melhoria e quanto a mesma irá poder poupar no futuro à empresa. Estes custos com a qualidade, segundo Juran (1999), são identificados e medidos por 3 razões: para quantificar o tamanho do problema de qualidade ajudando a justificar o esforço de melhoria, para guiar o desenvolvimento desse esforço e para seguir o progresso das actividades de melhoria. A identificação destes custos, como foi visto, são mais na abordagem de suportar o processo de melhorias do que um simples relatório desses mesmos custos. Normalmente as empresas categorizam estes custos em 4 divisões (Juran, 1999):

- **Custos de falhas internas**
 - Falha em atingir as características pedidas e necessidades do cliente
 - Defeitos, retrabalho, informação perdida, reinserções de produtos, etc.
 - Custos de processos inefficientes
 - Variabilidade dos produtos, avarias dos equipamentos, etc.
- **Custos de falhas externas**
 - Falha em atingir as características pedidas e necessidades do cliente,
 - Seguros, penalizações devido a produtos defeituosos, etc.
 - Oportunidades perdidas
 - Perca de novos clientes devido à má qualidade dos produtos, etc.
- **Custos de avaliação**
 - Inspeções durante e no final do processo, avaliação de existências, etc.
- **Custos de prevenção**
 - Planeamento e controlo do processo, auditorias de qualidade, etc.

Como foi dito a identificação destes custos, não é mais do que a identificação das oportunidades de melhoria nos processos, através da redução do desperdício havendo a consequente diminuição dos custos associados. Segundo Juran (1999), a estratégia a usar depois da identificação destes custos é bastante simples e consiste nos seguintes passos:

1. Tentar reduzir para zero os custos com as falhas (internas e externas);
2. Investir em boas actividades de prevenção para encaminhar os processos para as melhorias;
3. Reduzir os custos de avaliação conforme os objectivos forem sendo atingidos;
4. Avaliar e redireccionar continuamente os esforços de prevenção para não estancar a cultura de melhoria.

Esta estratégia é utilizada para que seja possível mensurar a eficiência dos processos e, como foi dito, esta medição pode ser feita de duas formas ou através das falhas, embora esta não seja uma boa medida pois o que se pretende é eliminá-las, ou através dos custos de avaliação. Como foi dito anteriormente, os clientes tanto podem ser internos como externos mas ambos especificam as características que pretendem que os seus produtos contenham, possibilitando que a qualidade possa ser medida. É através dos custos de avaliação que se

devem efectuar e basear as propostas de melhoria, pois assim evitamos que seja o cliente a informar-nos da má qualidade dos nossos produtos o que será mau para a imagem da empresa, e para efectuar tal medição normalmente são introduzidos indicadores de rendimento podendo estes medir desde a eficiência dos processos até à qualidade dos produtos.

Os indicadores de rendimento são normalmente utilizados pois mostram se um produto/processo está a manter os padrões de qualidade necessários, ajudam nos projectos de novos produtos e suas melhorias pois ajudam à visualização de problemas, melhoram a função do *benchmarking*, entre outros. Os indicadores de rendimento são excelentes formas de se avaliar o nível de qualidade real de um determinado produto/processo, caso os indicadores estejam bem escolhidos e especificados de acordo com o que se pretende avaliar. Segundo Merli (1995) os indicadores de rendimentos, são boas ferramentas para mensurar uma melhoria, pois estes são unidades de medida que têm de estar relacionadas com essas melhorias. Merli (1995) ainda afirma que muitas vezes não é possível escolher somente um indicador válido para uma área de melhoria, neste caso devem ser utilizados vários indicadores de melhoria que se complementem.

3. Apresentação da empresa

Robert Bosch (1861-1942) cria em 1886 na cidade alemã de Estugarda, a sua primeira oficina de mecânica de precisão electrónica a que dá o seu nome e onde inventa o primeiro magneto de baixa voltagem para a indústria automóvel, logo no primeiro ano de laboração. Desde essa altura, essa primeira invenção torna-se o símbolo da sua empresa estando presente em todos os seus logótipos. Os logótipos da Robert Bosch estão apresentados na figura 9.

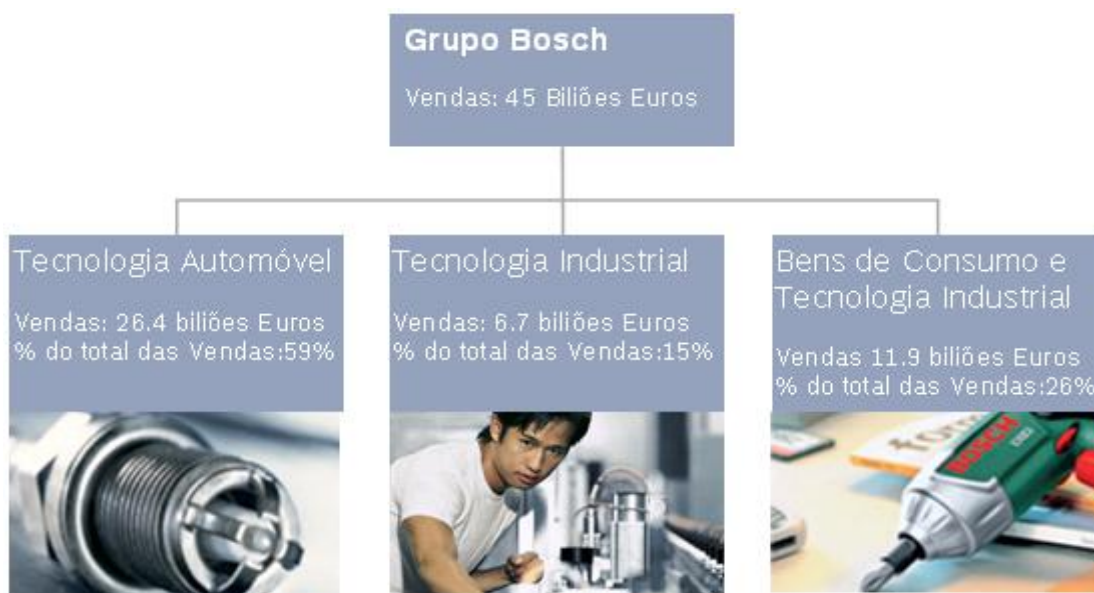


Fonte: Bosch Car Multimedia

Figura 9 – Logótipo inicial da Robert Bosch (1886) e o actual

A Robert Bosch neste momento encontra-se entre as maiores empresas do mundo, com uma facturação de 45 biliões € anuais distribuída por cerca de 280 empresas subsidiárias, sendo que destas 250 se encontram espalhadas por mais de 50 países do mundo. A trabalhar o grupo estão cerca de 200.000 colaboradores o que torna a Robert Bosch uma das maiores empresas mundiais.

Neste momento o grupo Robert Bosch (Bosch) é composto por três divisões: a de tecnologia automóvel, a de bens de consumo e a de tecnologia industrial, tal como apresentado na figura 10.



Fonte: Bosch Car Multimedia

Figura 10 – Estrutura do Grupo Robert Bosch GmbH

3.1 Localizações das divisões da Bosch

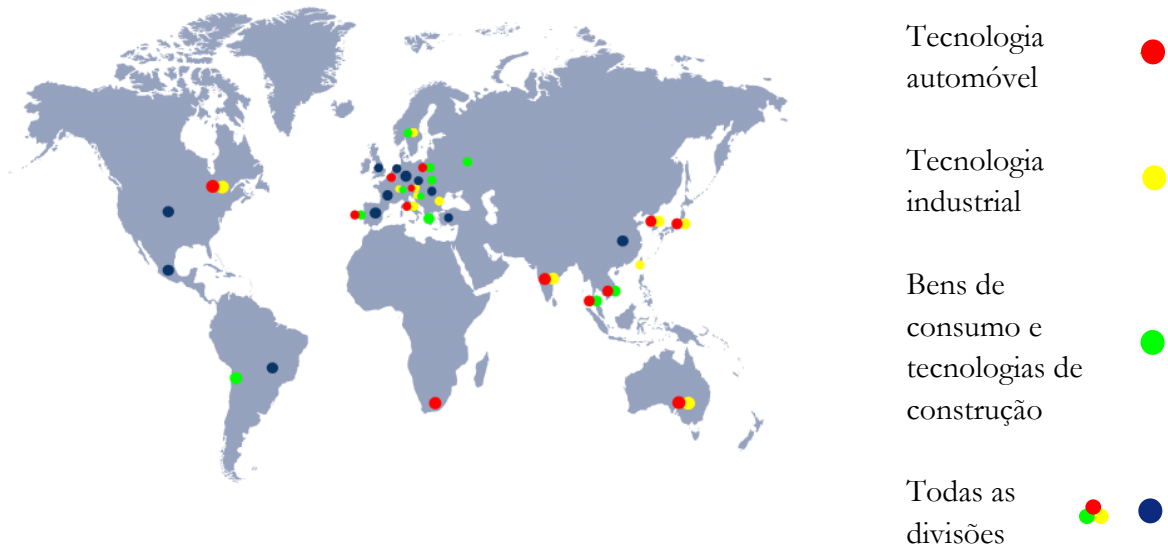


Figura 11 – Localizações do Grupo Robert Bosch GmbH no mundo

Como se pode observar na figura o Grupo tem divisões espalhadas pelo mundo mas neste momento os países europeus mantêm bastante predominância.

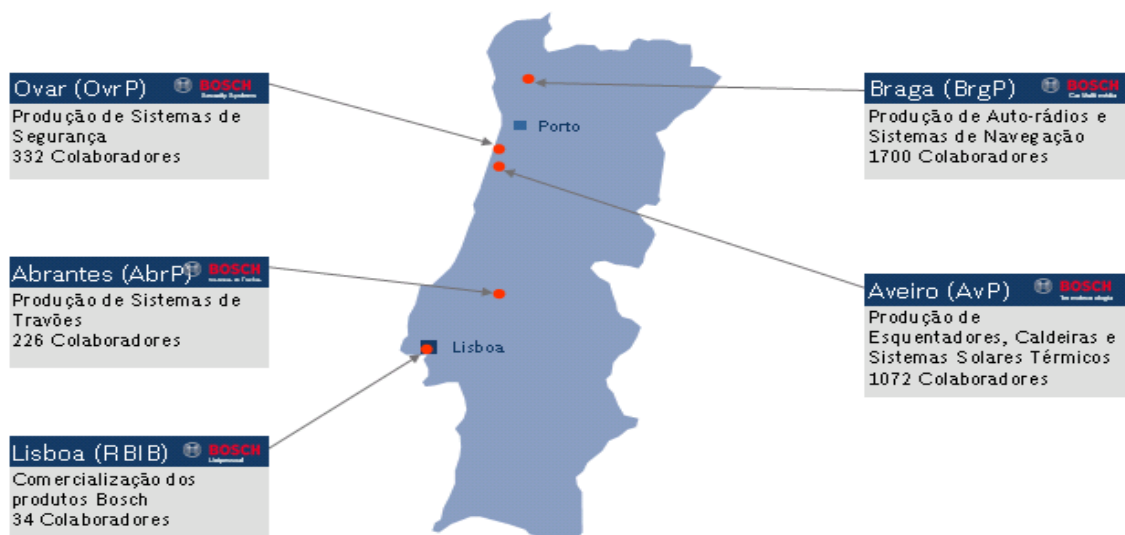


Figura 12 – Localizações do Grupo Bosch em Portugal

Como se pode verificar na figura 12, a Bosch em Portugal detém cinco empresas sendo quatro delas fábricas das divisões tecnologia automóvel (Braga e Abrantes) e Tecnologia industrial (Aveiro e Ovar). A empresa de Lisboa é da divisão de bens de consumo e tecnologia industrial mas é somente uma empresa de revenda de produtos Bosch.

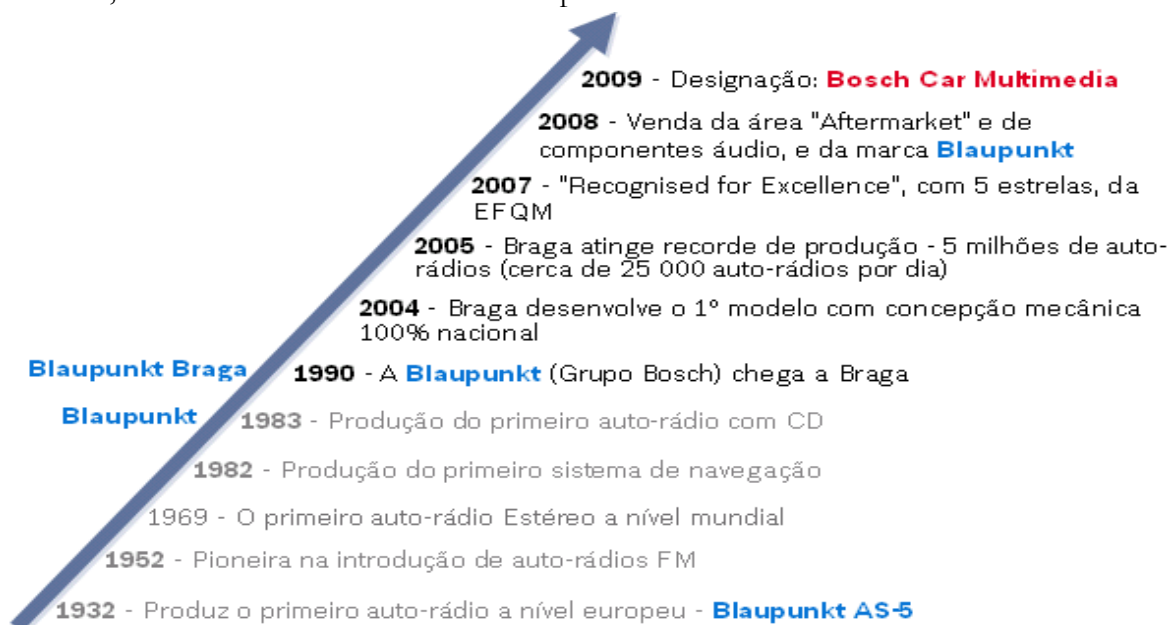
3.2 História da Bosch (*Blaupunkt* até *Bosch Car Multimedia*)

Em 1923, na cidade de Berlim, é fundada a *Ideal-Radiotelefon und Apparatefabrik GMBH* por Ottmar Voelk, Alfred Daeschner e Alfons Geister. Esta empresa fabricava auriculares e estes ficaram conhecidos pois cada unidade era examinada escrupulosamente e no final depois de passarem no teste de qualidade eram marcados com um selo de qualidade – um ponto azul. Este ponto passou a ser a imagem de marca da empresa e em 1938 esta representação passou a ser a forma como a empresa ficou a ser conhecida, *Blaupunkt* (Ponto Azul).

Nessa altura o ponto azul é associado sobretudo à competência técnica na recepção de rádio durante a condução. Passado algum tempo a *Blaupunkt* desenvolve produtos de excelente qualidade. Desde a construção do seu primeiro auto-rádio, que o ponto azul simboliza liderança em inovação no campo da comunicação móvel. Um caso de sucesso recheado de inovações aplicadas ao multimédia automóvel.

Em Abril de 1990, a Bosch Braga iniciou a sua actividade como *Blaupunkt* Auto-Rádio Portugal, no lugar de Ferreiros, concelho de Braga. O primeiro produto manufacturado foi a montagem de um simples auto rádio com leitor de cassetes. Com o passar dos anos a tecnologia deste produto foi evoluindo até aos auto-rádios de alto valor, com leitor de CD, DVD, MP3, ou com possibilidade de serem ligados a caixas de CD, sistemas de navegação ou outros sistemas usados nos automóveis.

Em Janeiro de 2009 a empresa muda de nome e passa a designar-se por *Bosch Car Multimedia*, contando neste momento com cerca de 2300 colaboradores. Estando a ser cada vez mais uma fábrica de produtos electrónicos a *Bosch Car Multimedia* tem uma variada gama de produtos electrónicos principalmente sistemas de navegação e auto-rádios para a indústria automóvel. Segundo dados do Instituto Nacional de Estatística, a *Bosch Car Multimedia* foi o 5º exportador nacional em 2009. O ano no qual foi produzido o maior número de auto-rádios foi em 2005, onde 5 milhões de unidades foram produzidas.



Fonte: *Bosch Car Multimedia*

Figura 13 - Marcos mais importantes da *Blaupunkt* e da *Bosch Car Multimedia*

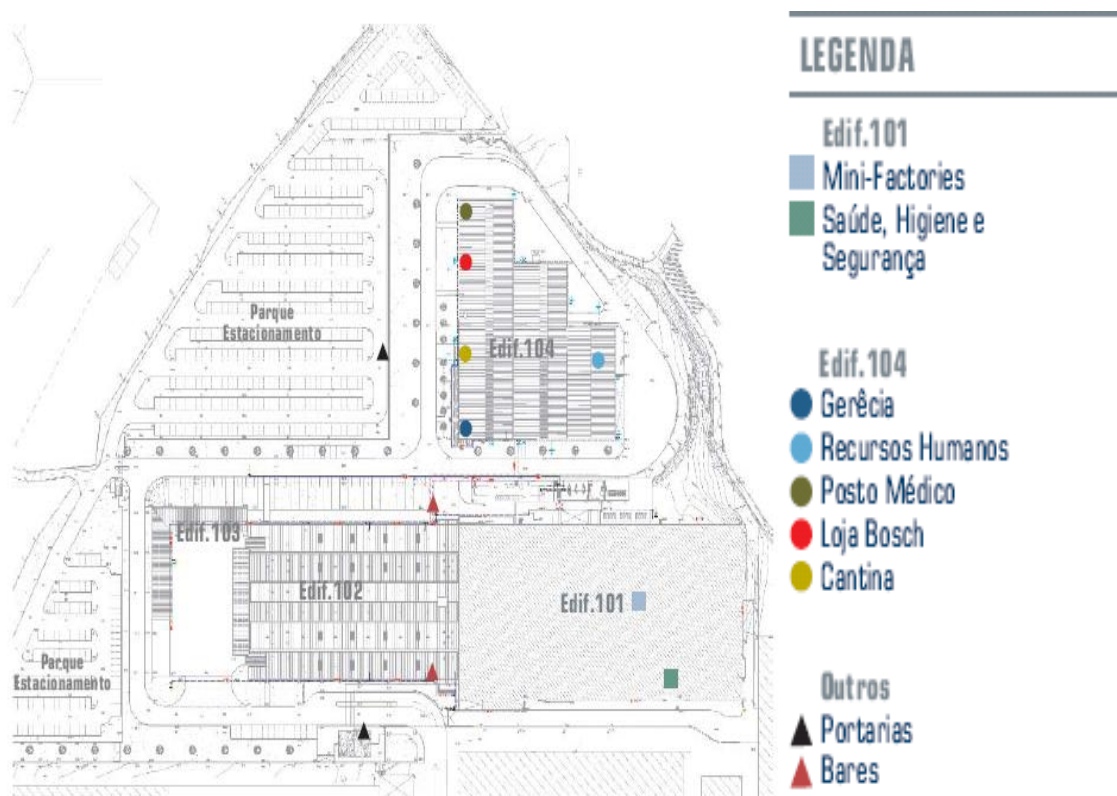
3.3 Instalações

A *Bosch Car Multimedia* está sediada em Braga mais precisamente na freguesia de Ferreiros, ocupando uma área de 66.000m², onde se enquadram três edifícios: o Edifício 101 (onde está instalada toda a produção) constituído por dois pisos com uma área total de 34.574m², o Edifício 102 e o Edifício 104.

O Edifício 101 está dividido em duas partes o piso 1 onde se processa a inserção automática (IA), denominada por *Minifactory1* (MOE1) e o piso 0 onde está a montagem final, cujo nome é *Minifactory2* (MOE2). O piso 1 é o local onde estão implantadas as máquinas de Inserção Automática. Estas têm a função de introduzir o programa informático nas placas de circuito impresso (PCB) e também introduzir componentes que sejam difíceis de manipular pelas mãos humanas. Na figura 15 está disposta a planta da IA. O piso 0 é o local onde se realiza a inserção e montagem de componentes de maiores dimensões ou outros que, devido às suas características físicas, não podem ser montados pela IA. A disposição das máquinas no piso 0 apresenta-se na figura 16

O Edifício 102 é maioritariamente um armazém de matérias-primas mas também contém algum produto acabado principalmente dos produtos de maior volume.

No Edifício 104 encontra-se a cantina, o departamento de recursos humanos, a administração, os serviços internos de informática, o armazém 104 (armazém de produto acabado), o posto médico e o *Pre Delivery Inspection* (PDI). O PDI é o local onde se efectuem testes de controlo e inspecção dos auto-rádios, após a produção dos mesmos.



Fonte: Bosch Car Multimedia

Figura 14 – Planta da Bosch Car Multimedia

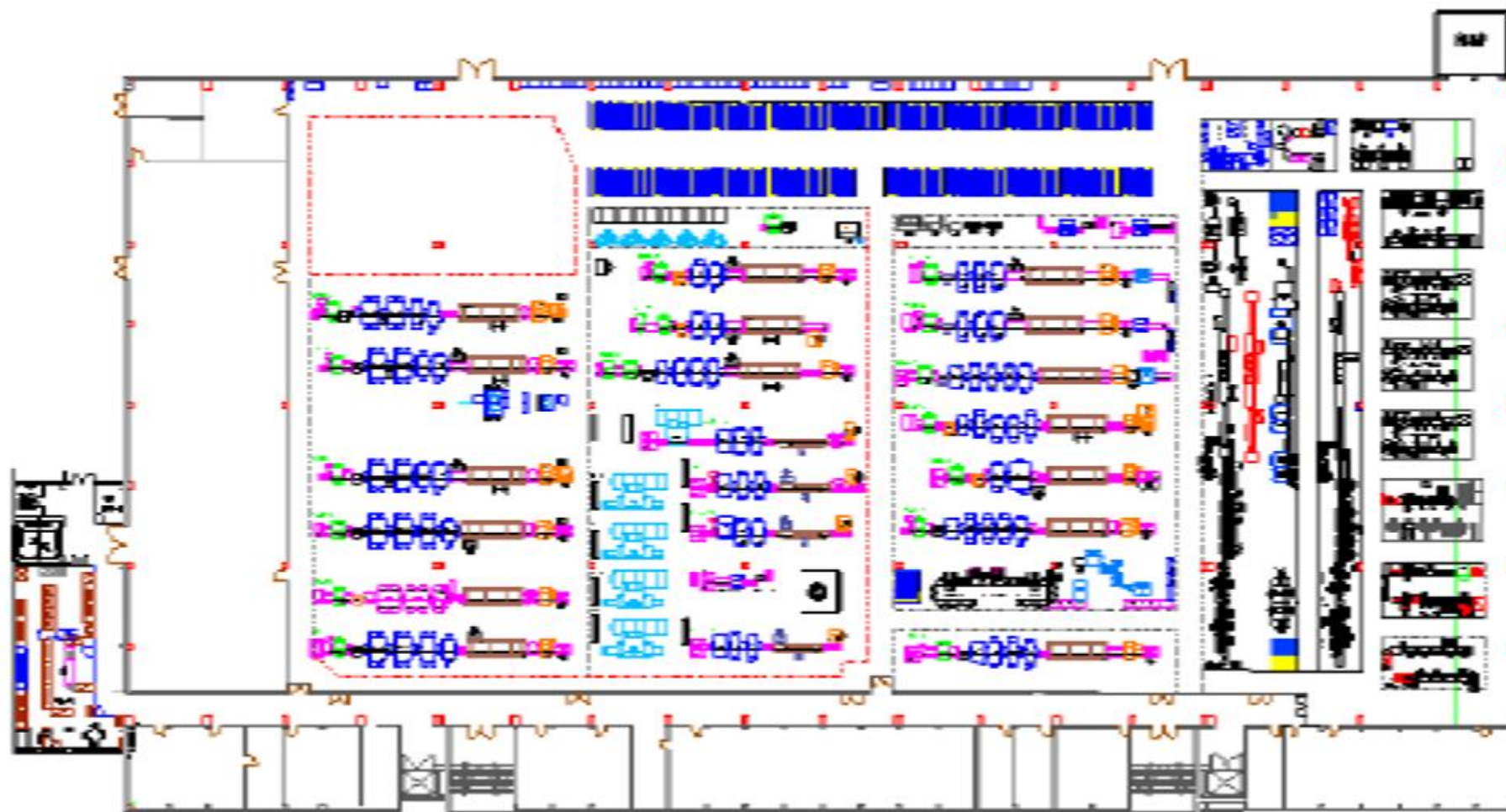
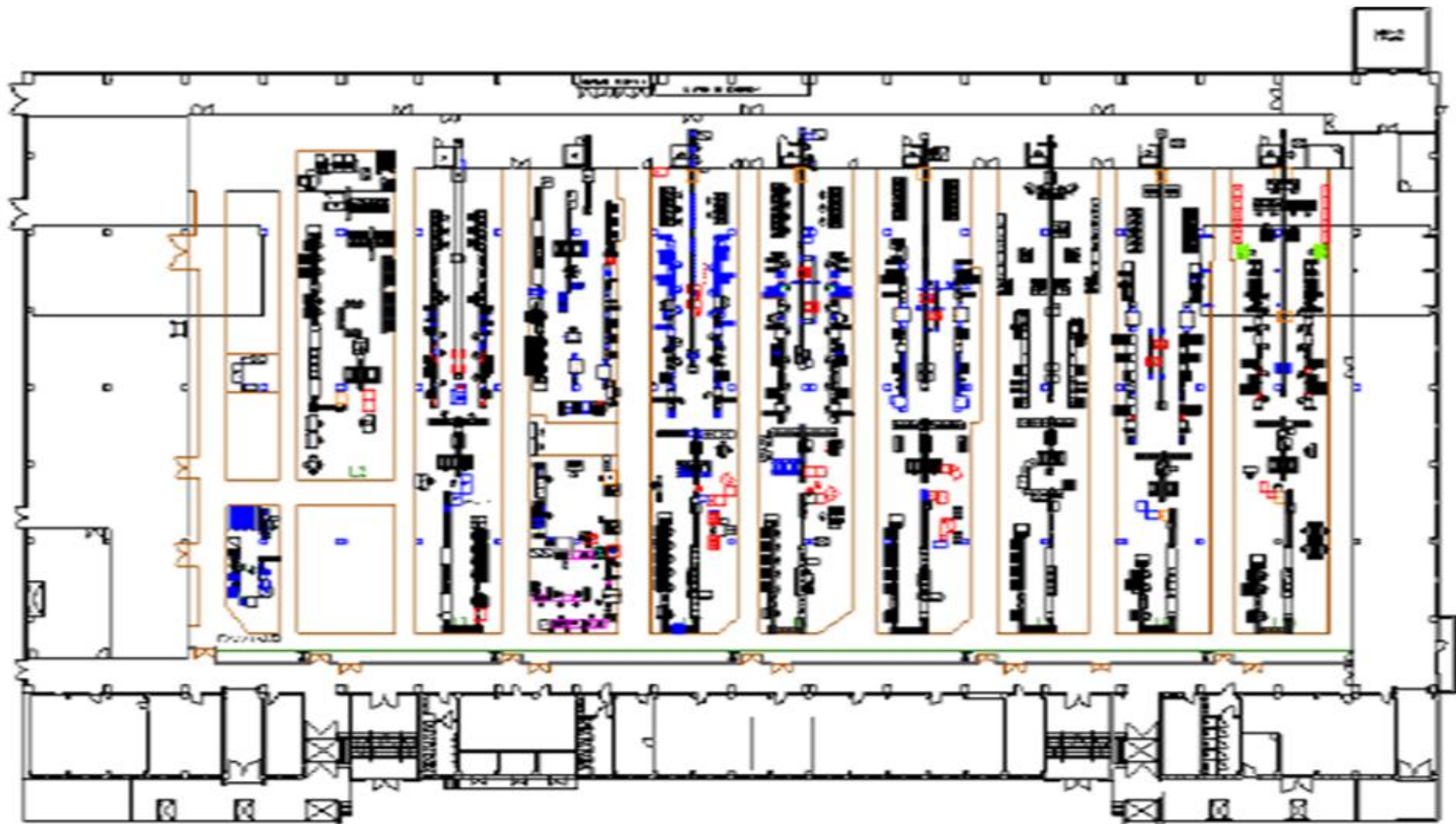


Figura 15 – Disposição dos equipamentos na *minifactory*1

Fonte: *Bosch Car Multimedia*



Fonte: Bosch Car Multimedia

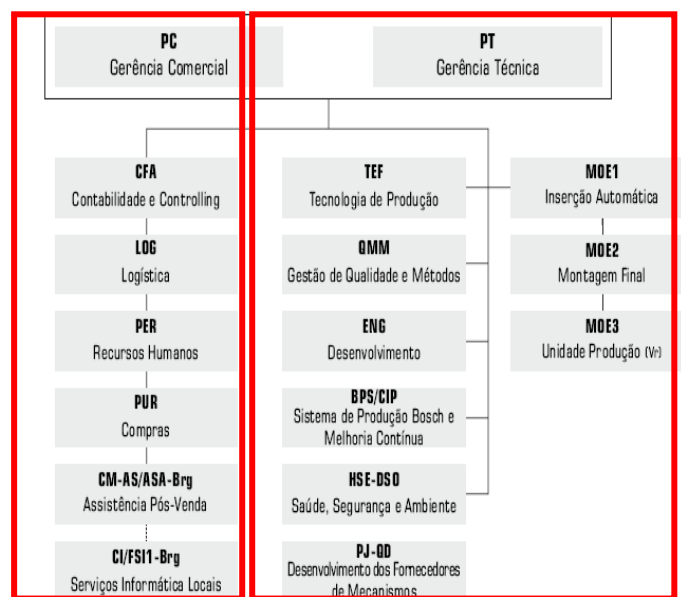
Figura 16 – Disposição dos equipamentos na *minifactory*

3.4 Estrutura da empresa

Na figura 17 está representada a organização da *Bosch Car Multimedia*. Como se pode observar, a empresa está dividida em duas áreas.

A área comercial é responsável por todos os processos não técnicos da empresa. Estas responsabilidades vão desde os processos de recrutamento e bem-estar dos colaboradores e também dos processos financeiros até aos serviços informáticos da empresa.

A área técnica é responsável por todos os aspectos relacionados com o processo produtivo desde a manutenção das máquinas até ao próprio sistema produtivo.



Fonte: *Bosch Car Multimedia*

Figura 17 – Organograma da empresa

Dentro da área comercial o departamento de logística é responsável pelo planeamento do fluxo de materiais, do armazenamento eficiente de matérias-primas, materiais semi-acabados e produtos finais, bem como do fluxo de informação a eles relativo, visando as exigências dos clientes.

O departamento de logística tem três divisões principais sendo elas LOG1, LOG2 e LOG3. Existem também duas divisões que funcionam como apoio às principais que têm o nome de LOG-TM e LOG-P. Estas secções estão em permanente interação com as outras divisões do departamento de logística de modo a solucionar problemas o mais rapidamente possível. LOG-TM está responsável pela gestão de todos os transportes, tanto com os fornecedores como com os clientes externos. LOG-P por sua vez é a responsável pela implementação e acompanhamento de todos os projectos em termos de logística quer interna quer externa, assim como todos os de melhoria contínua.



Fonte: Bosch Car Multimedia

Figura 18 – Organograma do departamento de logística

3.5 Fornecedores

Os fornecedores da *Bosch Car Multimedia* são principalmente provenientes de 3 zonas do globo: Portugal, resto da Europa e o extremo oriente, tal com na figura 19.

Relativamente aos fornecedores nacionais estes são essencialmente de peças metálicas, plásticos e mecânicas e são fornecedores que diariamente abastecem a empresa usando meios de transporte terrestre tal como no caso da maioria dos fornecedores europeus que fornecem peças de metal e de plástico.

Os fornecedores do extremo oriente (Malásia, China, Japão) efectuem o fornecimento de *Integrated Circuits* (IC), *Liquid Crystal Display* (LCD) e de peças de metal, plásticos e mecânicas, sendo realizado semanalmente por via aérea e marítima.



Fonte: Bosch Car Multimedia

Figura 19 – Fornecedores da Bosch Car Multimedia

3.6 Clientes

A *Bosch Car Multimedia* tem três tipos de clientes: *Original Equipment Manufacturing*, Termotecnologia e Electrodomésticos e controlo de chassis.

Os denominados por *Original Equipment Manufacturing* (OEM) são os clientes de auto rádios e dos sistemas de navegação. Estes clientes são responsáveis pela maior parte das vendas da *Bosch Car Multimedia*. Neste grupo encontram-se alguns dos maiores construtores automóveis da actualidade.



Fonte: Várias

Figura 20 – Alguns clientes OEM da *Bosch Car Multimedia*

Outro tipo de clientes da *Bosch Car Multimedia* são os denominados por Termotecnologia (TT) e os produtos deste tipo de clientes são principalmente controladores para caldeiras. A Bosch Termotecnologia Aveiro, detentora das marcas Vulcano, Junckers, entre outras, é um dos maiores clientes neste ramo.



Fonte: Bosch Termotecnologia

Figura 21 – Alguns clientes termo tecnologia da *Bosch Car Multimedia*

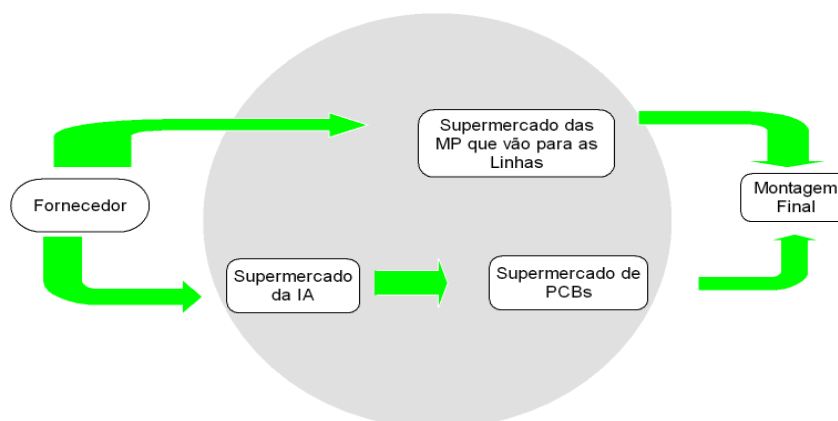
Por fim a área de Electrodomésticos (BSH) e controlo de chassis (CC) ainda se encontra em fase de prototipagem e arranque de produção por isso as vendas deste tipo de cliente ainda é residual em termos de vendas totais.

4. Descrição do processo produtivo

4.1 Processo logístico interno

O processo logístico na *Bosch Car Multimedia* inicia-se com a recepção no armazém 102 das matérias-primas que precisam de um controlo de qualidade, embora o controlo efectuado seja bastante superficial, pois basicamente são somente controladas as quantidades e defeitos observáveis pelo olho humano. Depois deste controlo as matérias-primas são acondicionadas em caixas que mais tarde possam abastecer os vários supermercados, de acordo com as necessidades dos mesmos. Algumas matérias-primas não necessitam deste controlo e vão directamente para os supermercados.

Os supermercados para clientes internos que existem na *Bosch Car Multimedia* são três e são designados como supermercado de *Surface Mount Devices* (SMD), supermercado de PCB e supermercados das linhas. O supermercado de SMD é aquele que apoia a IA, o supermercado das linhas apoia as linhas de produção de auto-rádios e sistemas de navegação e o supermercado de PCB contém os produtos saídos da IA, neste caso os PCB já programados e com alguns componentes, servindo de também de apoio às linhas de produção de auto rádios.



Fonte: elaboração própria

Fig 22 – Processo logístico até à montagem final

O transporte entre os supermercados de PCB das linhas de produção e a montagem final é efectuado através de transportadores designados por *Milk-runs* (MR). Os MR efectuam sempre o mesmo caminho este tem ser realizado sempre em ciclos temporais também pré-estabelecidos.

Na *Bosch Car Multimedia* existem dois ciclos de MR. O ciclo entre o supermercado da montagem final e a montagem final e o ciclo entre o supermercado PCB e a montagem final. Ambos os ciclos são efectuados em períodos de 20 minutos e começam pelo *picking* (escolha de produtos em lotes mais pequenos) dos produtos com o respectivo *kanban* nos supermercados e posterior abastecimento da montagem final com os respectivos *kanbans*. Este ciclo horário permite que o tempo de espera da montagem final seja inexistente e o *kanban* permite que a peça certa chegue ao local certo.



Fonte: Bosch Car Multimedia

Figura 23 – Ciclo do *Milk-Run* das matérias-primas

Para que haja um maior controlo e para uma maior optimização dos tempos de ciclo o MR ao chegar a cada ponto de abastecimento, ele tem de efectuar um pequeno procedimento. Quando o MR chega ao ponto de abastecimento, que no caso refere-se a uma das linhas da montagem final, o MR tem de confirmar a hora de chegada no ponto de confirmação e para isso ele carrega no botão para o efeito. Caso falhe este ciclo seja por atraso ou por adiantamento, aparece no ecrã uma indicação a vermelho, que o MR falhou a marcação, pelo contrário, se chegar no tempo estipulado a cor verde aparece no ecrã onde se poderá ver a confirmação de MR OK.



Fonte: Bosch Car Multimedia

Figura 24 – Representação do processo de abastecimento do *Milk-Run*

Depois dos produtos saírem das linhas da montagem final os produtos são colocados nos armazéns 104 e 102 para posterior expedição para os clientes externos.

De salientar que durante todo o processo cada lote de produtos tem um *kanban* associado e normalmente cada *kanban* efectua um ciclo entre cada supermercado.

4.2 Processo de planeamento/nivelamento da produção

O processo de nivelamento da produção inicia-se com a execução, por parte do planeador da respectiva linha do plano de nivelamento. Este plano tem de estar pronto na sexta-feira anterior à semana em causa, e é baseado nas encomendas efectuadas pelos clientes para a semana seguinte. Depois do planeamento da produção estar concluído, o plano semanal da mesma é afixado na linha (o planeador de cada linha coloca uma folha semelhante à da figura 27). Após a afixação da folha de planeamento/registo de produção, o planeador coloca os *kanbans* dos produtos que vão ser produzidos na denominada caixa logística nas quantidades a ser produzidas e no respectivo dia de produção.



Figura 25 – Caixa logística



Figura 26 – Caixa de nivelamento

No dia útil anterior à produção os *kanbans* são retirados da caixa logística os *kanbans* a ser produzidos nesse dia e distribuídos na caixa de nivelamento pelo respectivo chefe de linha, onde este estabelece a sequência de produção em que esta irá ser executada, tendo em conta o ciclo do MR, o tamanho das paletes e a complexidade do rádio.

Caso o plano diário do dia não tenha sido cumprido, os *kanbans* que tenham ficado em atraso são colocados na linha de atrasos da caixa logística, caso sejam prioritários, são colocados na produção do dia seguinte.

Ao início de cada turno o chefe de linha e o planeador de cada linha reúnem-se para verificar se são necessários ajustes ao plano semanal. Caso sejam necessários a nova quantidade de *kanbans* a produzir é inserida no plano diário de produção. Normalmente estes ajustes devem-se quer devido ao caso do plano diário do dia anterior não tenha sido cumprido, quer ao aumento/cancelamento das encomendas por parte de clientes externos.

Um exemplo de uma folha de planeamento/registo de produção pode ser estudada na figura 27.

4.3 Processo de inserção automática

A IA é a área responsável pela inserção de componentes SMD, de reduzida dimensão ($<0,5$ mm), e pela inserção do programa informático nos PCB. O processo realiza-se da seguinte forma: (zona rosa à esquerda) é colocado um contentor de PCB “virgens” (sem programa informático e sem componentes) no início do processo, depois (zona verde) é efectuada uma limpeza às placas onde são retiradas algumas impurezas e se preparam as placas para posterior programação e inserção de componentes. Seguidamente (zona azul) são introduzidos os componentes SMD (não sendo efectuada nenhuma programação informática nos PCB), sendo depois efectuado um controlo visual de qualidade (zona rosa com um colaborador) e um controlo de solda (zona castanha). Por fim é realizado outro controlo visual de qualidade (zona laranja), sendo depois acondicionados os PCB em contentores onde lhes é associado um *kanban*.

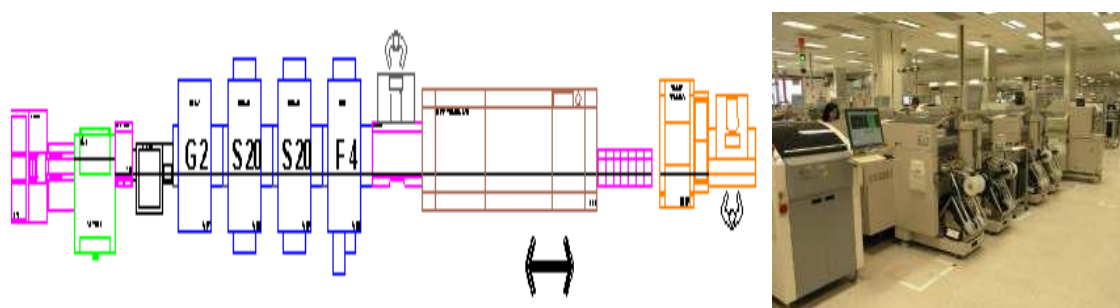


Figura 28 – Representação do processo na montagem automática

Depois deste processo as caixas são colocadas no supermercado de PCB em locais identificados pelo tipo de PCB onde mais tarde são retirados através do sistema FIFO (*first in first out* -primeiro a entrar é a primeiro a sair) por um MR, que depois vai abastecendo as linhas conforme estas vão precisando.



Figura 29 – Contentores de placas



Figura 30 – Supermercado de PCB

Como foi dito anteriormente o supermercado de PCB funciona por um sistema *kanban*. Esse sistema permite que a produção na IA só seja accionada conforme as necessidades da montagem final e evita que o *muda* de inventário seja reduzido.

No início de cada linha da IA, existe um sequenciador de *kanbans* onde estes são colocados para a produção seja activada. Esta activação acontece, tendo-se tido o cuidado de

analisar todo o processo e produzir de acordo com as necessidades expressas pelos processos a jusante. Os kanbans percorrem todo o processo produtivo, desde a IA até à montagem final sendo afixados na parte posterior do contentor de placas.

Os contentores de placas são utilizados para transportar os PCB tendo associado o respectivo kanban onde estão descritas as características e a sua referência.

4.4 Processo na montagem final

A montagem final é a área responsável pela inserção de componentes com tamanho superior aos SMD ($> 0,5\text{mm}$). Esta é a configuração padrão de todas as linhas de produção de auto-rádios. Nesta fase a maior parte do trabalho é realizado por pessoas permitindo que a autonomação (ou *jidoka*) seja realizada. Como foi dito anteriormente estas linhas são apoiadas por MR em ciclos predefinidos que as abastecem de acordo com as necessidades de cada posto de trabalho com os materiais vindos do supermercado de placas e do supermercado da montagem final. O processo está apresentado na figura 31.

Este processo inicia-se com a colocação dos contentores de placas na posição 1. Seguidamente em 2 são inseridos manualmente os componentes electrónicos de dimensões superiores aos SMD.

Depois de inseridos, em 3, é efectuada uma soldadura por onda nestes componentes. O PCB depois de ter estes componentes soldados é-lhe retirada humidade, sendo depois arrefecido com ar frio de modo a solidificar a solda aplicada.

Em 4 são iniciados alguns controlos de qualidade denominados por *in circuit test*, que servem para testar o comportamento dos componentes soldados nos PCB, através da transmissão de sinais eléctricos de teste. Neste local é efectuado outro teste, desta feita por um operador, em que a tarefa consiste na comparação do PCB em processo com um PCB que não contém defeitos. Essa comparação é efectuada nos pontos-chave para que sejam detectados os possíveis curtos, isto é, pontes de ligação entre soldas que não estejam de acordo com o padrão de qualidade.

Em 5 é efectuado outro controlo de qualidade denominado por *flash*. Caso seja descoberto algum defeito, o PCB passa para 6, onde um técnico regista qual a falha sendo de seguida resolvida tal defeito para que o PCB possa ser colocado outra vez na linha. Caso não haja falha alguma, é efectuada a programação do rádio no microprocessador principal sendo de seguida o rebordo do PCB cortado por uma fresa.

No passo seguinte, em 7, é efectuado um controlo de qualidade ao programa informático inserido previamente.

Depois de efectuado o controlo de qualidade ao programa é colocada, em 8, a *blender* (parte frontal do rádio, ou seja, a parte visível de um auto-rádio num carro), sendo de seguida colocada a tampa inferior, sendo aparafusada no posto seguinte. Posteriormente o auto-rádio é limpo para retirar as limalhas que possam existir. Por fim é colocada a tampa superior e efectuado o seu aparafusamento.

Em 9, em alguns dos auto-rádios mais complexos, é inserido outro PCB. Neste posto também é realizado um controlo de qualidade ao CD bem como aos botões do rádio.

Em 10 é efectuado outro controlo de qualidade designado por *burn in* que se resume na introdução do auto-rádio num forno submetendo-o a temperaturas elevadas (60°) para asseverar se os componentes do PCB ainda estão operacionais. Após este controlo de qualidade o auto-rádio é realizado outro denominado por 2B para se efectuar um novo controlo de qualidade às *blender* e verificar se a iluminação e as etiquetas das mesmas estão conformes.

O controlo AOI é efectuado em 11. Este controlo consiste numa verificação mais profunda a todos as partes do auto-rádio. Neste posto também é efectuado o controlo denominado de *rear view* onde se verifica se a bucha, os pernos de ligação e a etiqueta da *blender* estão em conformidade. Por fim, em 12, os rádios são embalados.

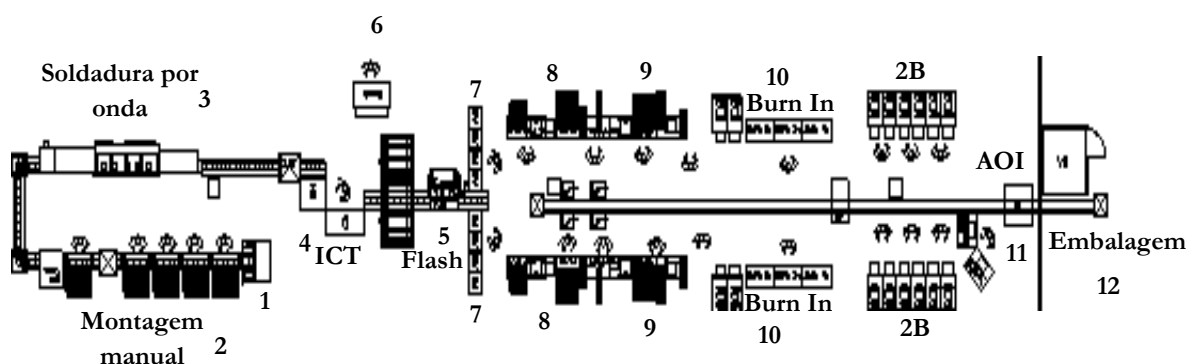


Figura 31 – Representação do processo produtivo da montagem final

4.5 Processo de embalagem

Como foi dito, todos lotes de produtos têm um *kanban* associado o que torna possível saber qual o produto que está ser produzido de modo a utilizar a embalagem correcta com o produto correcto.

O processo produtivo na montagem final realiza-se da seguinte forma. O MR coloca os contentores de placas na plataforma aquando da entrega dos contentores respectivos na linha (ponto 1 da figura 31), e coloca os *kanbans* dos respectivos contentores de placas no sequenciador no sequenciador de entrada. Para iniciar a produção desse lote de produto o colaborador responsável pelo primeiro posto retira o *kanban* do sequenciador de entrada e passa-o para o de saída.

Na próxima vez que o MR passar por esta linha, efectua o mesmo procedimento descrito anteriormente, mas caso o sequenciador de saída contenha *kanbans*, estes devem ser entregues pelo MR no final da linha mais precisamente na embalagem, nos sequenciadores respectivos.

Sequenciador de entrada

Sequenciador de saída



Figura 32 – Sequenciadores no início da MF



Figura 33 – Pormenor sequenciador de saída

Sequenciador de entrada da embalagem



Figura 34 – Sequenciadores da embalagem

A colaboradora responsável pelo posto de embalagem ao verificar que existem *kanbans* no sequenciador, deve colocá-los no sequenciador de embalamento presente no posto de trabalho disposta na figura seguinte. Este *kanban* presente no sequenciador de entrada da embalagem é colocado no espaço de paleta em linha. Caso seja iniciada a produção de outro lote o *kanban* que estava na posição em linha é retirado dessa posição e colocado numa das posições de paleta incompleta até estar completa.

Posição paleta em linha

Posições paleta incompleta

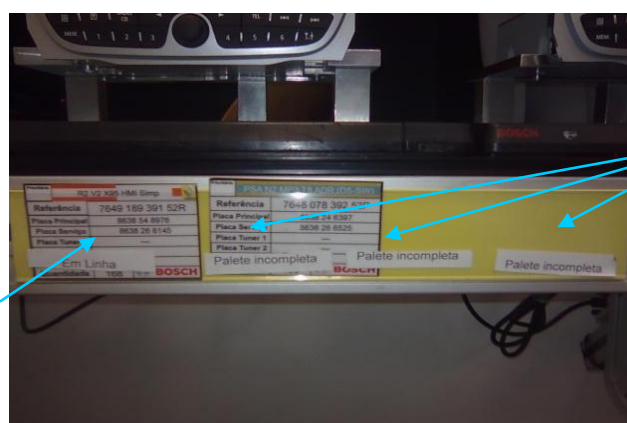


Figura 35 – Sequenciador de embalamento

Caso a paleta esteja completa a operadora pega no respectivo *kanban* de uma determinada paleta que tenha estado em linha ou incompleta e coloca-o numa das bolsas presentes na caixa de recolha de bolsas, sendo de seguida este conjunto associado à respectiva paleta. Depois destes passos a paleta está pronta para ser expedida para um dos armazéns de expedição.



Figura 36 – Zona de embalamento com paletes prontas a expedir

À chegada ao armazém, a paleta é colocada num espaço predefinido de uma prateleira. Antes de armazenar a paleta é-lhe retirado o *kanban* sendo este colocado na respectiva calha do quadro de existências. Estes quadros permitem visualizar o nível exacto das existências de cada referência, sendo que neste caso só se estejam a controlar as referências A (denominação de Pareto).



Figura. 37 – Quadro de existências



Figura. 38 - Caixas de expedição

Quando uma paleta é expedida o *kanban* é retirado do quadro de existência (figura 37) e colocado na caixa de expedição onde como se pode ver na figura 38 estão dispostos os dias da semana para que os *kanbans* que são expedidos em determinado dia sejam colocados na divisória desse dia, para que seja possível saber quais e quantos *kanbans* foram expedidos em determinado dia.

No final de cada semana os *kanbans* são enviados a cada planeador de linha para que todo o processo seja reiniciado.

5. Metodologia

O caso de estudo proposto refere-se à normalização da verificação da qualidade das linhas e sua resultante recolha de informação de modo a que esta possa ser aferida e seus problemas resolvidos com maior eficácia e rapidez.

Para o caso foi necessário aferir o estado actual e possíveis melhoramentos à forma de preenchimento dos quadros para que a informação seja a mais fidedigna possível.

5.1 Apresentação do objecto em estudo

Nesta secção pretende-se efectuar um enquadramento global do processo de implementação do projecto de nivelamento da produção em ambiente puxe e posterior sistematização de indicadores de desempenho nas linhas de montagem final.

A implementação do projecto de nivelamento de produção foi efectuada em três fases sendo a primeira a introdução de diversas acções para que o nivelamento da produção em ambiente puxe pudesse ser implementado, por exemplo a implementação do circuito físico de kanbans e o controlo de existências.

Na segunda fase foram criados círculos da qualidade denominados de *Point-CIP (Point-Continuous Improvement Point)* para se iniciar a monitorização e resolução de problemas de cada linha, mas somente a referências A. Esta monitorização dividiu os desvios em três campos, avarias, qualidade e nivelamento para os problemas poderem ser resolvidos com maior rigor.

A terceira e última fase consistiu na implementação do nivelamento da produção em todos os processos da fábrica. Foi nesta etapa que foram criados os supermercados e seus ciclos *kanban*.

Na *Bosch Car Multimedia*, como foi dito, existem vários tipos de clientes sendo os OEM os de maior relevância, pois são os responsáveis pela maior quantidade de vendas. Por este facto a verificação da qualidade nos processos produtivos e logísticos referentes aos mesmos é da maior importância. Estando atenta a esta lacuna, a *Bosch Car Multimedia*, pretendeu implementar um projecto com o intuito de normalizar a aferição da produtividade dos processos produtivos e logísticos referentes aos clientes OEM.

A execução deste projecto consistiu em quatro passos, tendo por base o procedimento do ciclo PDCA. No primeiro passo estudou-se o método de aferição da qualidade existente (modo de se registar os desvios e a produção, como funcionavam os indicadores, entre outros), para que a implementação deste projecto seja mais eficaz. Depois foram encetadas reuniões entre LOG-P e os vários departamentos responsáveis pelos processos, desde operadores a chefes de departamento para que explicar o que se pretende e com que objectivo. O terceiro passo consistiu na aferição do processo implementado (se os registos estavam a ser bem efectuados) e por fim na recolha dos resultados da aferição da qualidade ao fim de dois meses de implementação.

O primeiro passo deste projecto consistiu no estudo do procedimento de funcionamento do planeamento/registo da produção existente através de auscultações efectuadas aos chefes de linha e de várias observações das folhas de registo da produção/desvios.

Antes deste projecto o registo da produção era somente efectuado às referências A, e mesmo assim em alguns casos este muitas vezes era esquecido ou adulterado, pois uma má semana em termos de produção poderia dificultar ou impedir que uma determinada linha atingisse os seus objectivos mensais. Esta aferição dos objectivos é efectuada através de indicadores de rendimento que serão explicados mais à frente.

O registo de desvios muitas vezes não era efectuado, pois o registo dos mesmos não era obrigatório, além de não entrar para os prémios dos objectivos. O registo de desvio estava categorizado somente como avaria, qualidade e nivelamento. Esta divisão não estava estabelecida por uma norma, o que muitas vezes tornava a associação de determinado desvio a uma categoria muito dúbia, e de acordo com o entendimento de quem preenchia o quadro de registos.

Em relação ao funcionamento dos indicadores de rendimento muitos chefes de linha e alguns directores não conheciam o funcionamento dos mesmos.

Tendo este cenário como base, as conclusões que surgiram das várias reuniões entre LOG-P e as pessoas responsáveis pelas linhas foram as seguintes:

- A aferição de qualidade deveria somente ser realizada nos clientes OEM;
- Tornar o registo da produção obrigatório para todos os tipos de referências (A, B e C) mas somente as referências A são consideradas para o cálculo dos indicadores de rendimento;
- Elaborar uma nova categorização dos desvios;
- Explicar a todos os chefes de linha e a quem demonstre interesse a forma de funcionamento dos indicadores de rendimento;
- Todas as conclusões deveriam ser executadas por LOG-P, pois era responsável pelo projecto.

Terminada a fase de estudo foi iniciada a fase de actuação, ou seja, a segunda fase do ciclo PDCA. Tendo por base estas deliberações iniciou-se a implementação do projecto pelo registo de produção de todas as referências nas linhas dos clientes OEM. Os processos produtivos destes clientes foram anteriormente descritos estando a montagem final dos mesmos presentes no piso 0. Cada cliente tem uma linha dedicada, estando estas nomeadas de 4 a 10. Embora a montagem final de cada linha seja igual os processos logísticos são independentes entre si.

Como foi dito anteriormente, o registo dos desvios é executado pelos chefes de turno, tendo por base a categorização de avarias (avarias que ocorreram nos equipamentos da produção), qualidade (relativo a problemas com a qualidade) e nivelamento (problemas advêm do nivelamento de produção). Entretanto LOG-P concentrou-se no desenvolvimento/implementação de uma nova categorização de desvios. A categorização que ficou decidida está apresentada na tabela 2:

Tabela 2 – Categorização e descrição dos tipos de desvios

Tipos de desvios	Registo	Descrição
• Avarias	A	Avarias nos equipamentos (máquinas, etc.)
• Qualidade		
○ Qualidade do processo	QP	Má qualidade ocorrida no processo
○ Qualidade material	QM	Má qualidade do material
• Nivelamento		
○ Nivelamento	N	Desvios ao nivelamento planeado
○ Nivelamento material	NM	Desvios ao nivelamento planeado devido por falta de material
○ Nivelamento PCB	NPCB	Desvios ao nivelamento planeado devido por falta de PCB

Fonte: elaboração própria

Como se pode observar esta categorização partiu da antiga, expandindo alguns tipos de desvios de modo a ir ao encontro dos anseios e dúvidas aquando do registo dos desvios por parte dos chefes de linha. Com esta categorização os chefes de linha passaram a ter uma norma onde se basear o que diminuiu o risco da variabilidade de opiniões sobre um determinado desvio aquando do registo dos desvios ocorridos nas linhas. A única categorização que não foi expandida foi a das avarias devido à falta de sensibilidade de LOG-P para a poder efectuar. Outro procedimento utilizado foi a normalização do registo de desvios, pois estes passaram a ser organizados num ficheiro (Anexo 1) para que posteriormente pudessem ser mais facilmente organizados para subsequente análise (esta compilação é efectuada por LOG-P).

Por fim foi encetada a explicação aos chefes de linha sobre a fórmula de cálculo dos indicadores de rendimento existentes na *Bosch Car Multimedia* sendo esta realizada individualmente e conforme as disponibilidades dos chefes de linha. Os indicadores usados na *Bosch Car Multimedia* são denominados por *fullfilment* (FF) e *every part every interval* (EPEI) e têm como ponto de referência os lotes de produção de cada produto.

6. Resultados empíricos

6.1 Indicadores de rendimento

6.1.1 Cálculo do EPEI

O indicador EPEI mede o intervalo de tempo entre produções consecutivas do mesmo produto e o seu valor é tão mais pequeno quanto menor for o intervalo de tempo entre kanbans do mesmo produto. Este indicador tem como objectivo a redução do tempo de fornecimento de um determinado produto, de modo a aumentar a flexibilidade de produção e diminuindo tempo de reacção. Um estudo efectuado na *Bosch Car Multimedia* verificou que quando o EPEI não estava definido nas linhas de produção, estas eram extremamente instáveis devido à falta de nivelamento de produção e assim pode-se concluir que a produção regular e em pequenos lotes assegurava grande flexibilidade e pequenos tempos de espera de fornecimento.

As referências A na *Bosch Car Multimedia* actualmente têm um EPEI de 1, ou seja são produzidas todos os dias, as B entre 2 e 3 e as C têm um EPEI de 5, isto é, são produzidas apenas uma vez por semana.

Tabela 3- Exemplo de nivelamento de produção

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5
Referência A	A	A	A	A	A
Referência B	B		B		
Referência C		C			

Fonte: elaboração própria

Tomemos o exemplo previamente representado. Neste caso verifica-se que o lote (kanbans ou conjunto de kanbans) de tipo A está programado para ser produzido todos os dias. Um dos defeitos que o EPEI contém é a falta de preocupação com a produção da quantidade de *kanbans*, isto é, imagine-se que em vez de um *kanban* estão cinco planeados para produzir, mas devido a um desvio só foi produzido um *kanban*. Neste caso o EPEI será de 1 pois o *kanban* foi produzido mas não na quantidade certa de *kanbans*. Por esta lacuna do EPEI, outro indicador de rendimento é utilizado na *Bosch Car Multimedia* designado por FF. Por vezes pode haver as chamadas “anomalias” em relação ao EPEI. Isto acontece pois a quantidade a produzir de *kanbans* não é suficiente para que seja produzida todos os dias.

O valor de EPEI para uma determinada referência calcula-se pela divisão dos dias úteis de uma determinada semana pelo número de dias que essa referência foi produzida.

O EPEI de uma determinada linha obtém-se pela média dos EPEI de todas as referências A dessa linha.

6.1.2 Cálculo do FF

O FF tem como finalidade a verificação do cumprimento do plano de nivelamento da produção diário e semanal, isto é, compara a quantidade de *kanbans* (ou lotes) que ficou estabelecida no plano de nivelamento semanal feito pelos planeadores de linha com a quantidade de *kanbans* efectivamente produzidos pelas linhas respectivas, sendo esta comparação efectuada tanto ao nível diário como ao nível semanal.

O cálculo de ambos os FF é bastante simples e efectua-se da seguinte forma. O FF diário consiste na comparação entre a quantidade de *kanbans* do plano diário e os *kanbans* produzidos (elipses azuis), ou seja, compara-se se a produção dos lotes planeados para o dia é cumprida. O cálculo do FF semanal consiste na comparação entre a quantidade de *kanbans* do planeamento da produção semanal e a quantidade de *kanbans* produzida (elipses pretas), isto é, compara-se se a produção dos *kanbans* planeados na semana anterior é cumprida. Estes valores dos lotes nunca são modificados. A tabela 4 exemplifica um planeamento de uma linha e o cálculo dos respectivos FF diário e semanal. As setas presentes na tabela indicam as comparações efectuadas entre as quantidades planeadas e produzidas para que o cálculo do FF diário (conjunto a azul) e o do FF semanal (conjunto a preto) sejam efectuados. Os valores a vermelho indicam desvios.

Tabela 4 – Exemplo de cálculo de FF

	Dia 1			Dia 2			Dia 3		
	Plano		Prod	Plano		Prod	Plano		Prod
	Sem	Dia		Sem	Dia		Sem	Dia	
Ref. 1A	5	5	5	5	5	5	5	5	2
Ref. 2A	3	3	3	3	6	3	3	3	3
Ref. 3A	1	1	1	1	1	1	1	5	5
Ref. 4A	4	4	4	4	4	4	4	5	4
FF Diário	100%			75 %			50 % 75 %		
FF Semanal	100%			100%			50 % 83 %		

Explicando o cálculo do FF diário e semanal com base no exemplo podemos verificar que no dia 1 como não houve diferenças entre as quantidades produzidas e as quantidades dos planos semanal e diário os valores são máximo, ou seja, existe uma equivalência a 100% entre as quantidades dos planos diário e semanal e as quantidades produzidas de *kanbans*.

No dia 2 a mesma equivalência acontece em relação ao plano semanal e a quantidade produzida, mas entre o plano diário e a quantidade produzida o mesmo não acontece. Neste caso o FF semanal continua a ser de 100%, mas o FF diário é de 75%, pois só em $\frac{3}{4}$ das referências A é que a equivalência se efectiva.

No dia 3 ambos os valores de FF foram baixos pois a equivalência entre a quantidade de kanbans planeados e os produzidos foi baixa. Como se pode observar somente metade das referências contêm valores iguais, quer para o cálculo do FF diário (referências 1A e 4A) quer para o cálculo do FF semanal (referências 1A e 3A), isto é, as quantidades entre o planeamento semanal e os kanbans produzidos somente foram completados em metade das referências.

Na *Bosch Car Multimedia* assim como o planeamento é feito semanalmente o cálculo dos indicadores de rendimento também é feito ao fim de cada semana. A forma de obter o valor semanal dos FF diário e semanal é através do cálculo da média dos mesmos. Sendo assim e tomando o exemplo anterior o que se fez foi somar os valores de todos os dias relativos a cada um dos FF e dividi-los pelo número de dias.

Concluindo verifica-se que o EPEI e o FF são indicadores complementares pois enquanto um se debruça sobre o nivelamento de produção (EPEI) o outro apura se a produção dos lotes é cumprida (FF). Embora cada indicador tenha um objectivo diferente, ambos cobrem de uma forma bastante eficaz as lacunas do outro.

Após a implementação do projecto iniciou-se a terceira fase do ciclo PDCA que se prolongou por dois meses (Abril e Maio) e consistiu na recolha dos valores dos indicadores de rendimento das linhas em questão. Os valores recolhidos durante o mês de Abril os valores de EPEI, FF diário e FF semanal foram os seguintes:

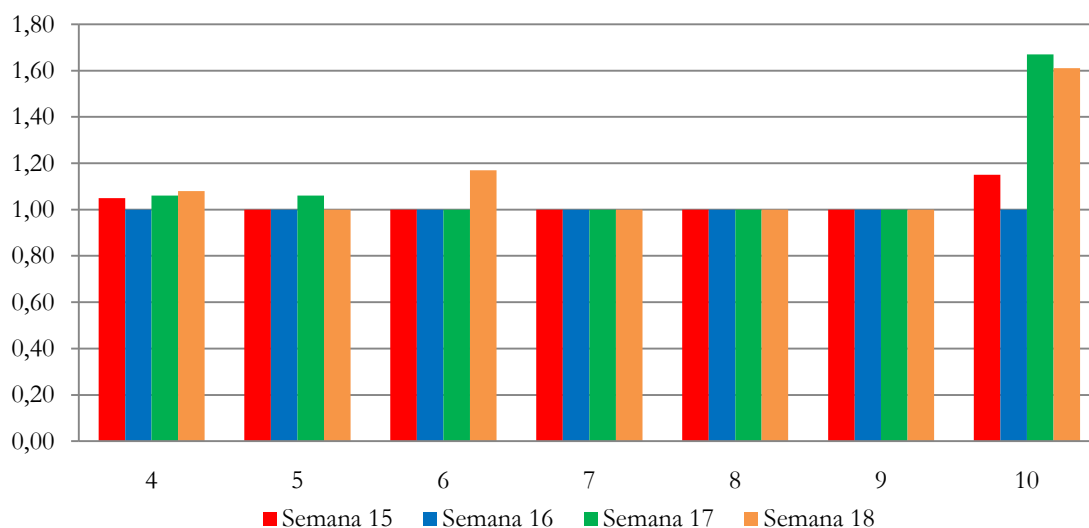
6.2 Resultados obtidos

6.2.1 Resultados globais

Seguidamente os dados recolhidos durante os meses de Abril e Maio irão ser expostos nas figuras seguintes. Para esta análise considerara-se um EPEI elevado acima 1,1 e FF diário e semanal elevado abaixo de 80% (estes são os valores considerados na *Bosch Car Multimedia*).

Os valores apresentados seguidamente serão relativos ao EPEI, FF diário e semanal e registo de desvios ocorridos durante o mês de Abril.

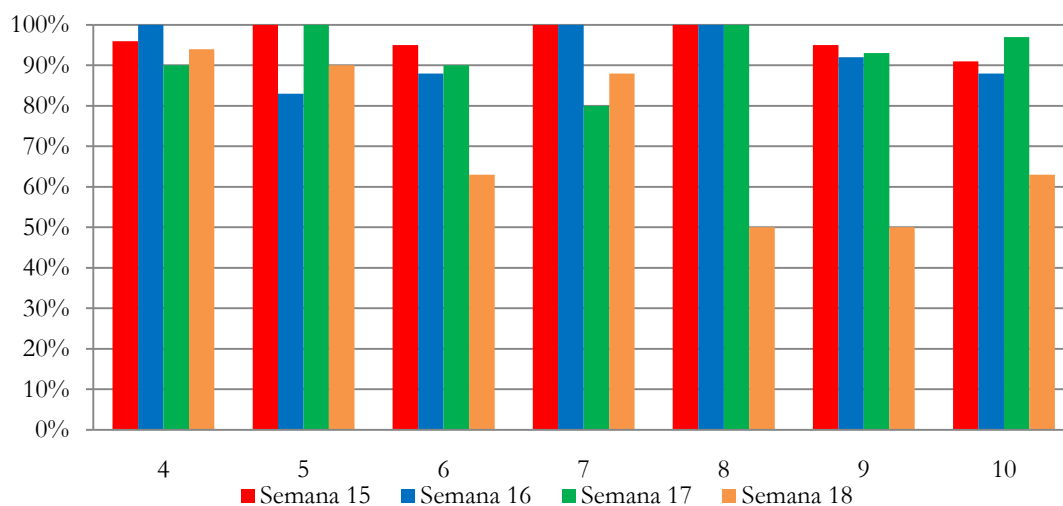
Gráfico 1 – Valores de EPEI de Abril



Fonte: elaboração própria

Ao observar a figura 39 constata-se que as linhas 7, 8 e 9 atingiram o objectivo em termos de EPEI, isto é, as referências A foram todas produzidas todos os dias. As linhas 5 e 6 atingiram o objectivo de EPEI= 1 em três das quatro semanas do mês de Abril, embora a linha 6 tenha na semana 18 um valor elevado para EPEI (1,18). As linhas 4 e 10 somente obtiveram um valor óptimo na semana 16, mas nas restantes semanas o EPEI. Na linha 4 embora o valor óptimo não tivesse sido atingido os seus valores não foram muito altos. Ao invés na linha 10 os valores atingidos foram muito altos.

Gráfico 2 – Valores de FF diário de Abril

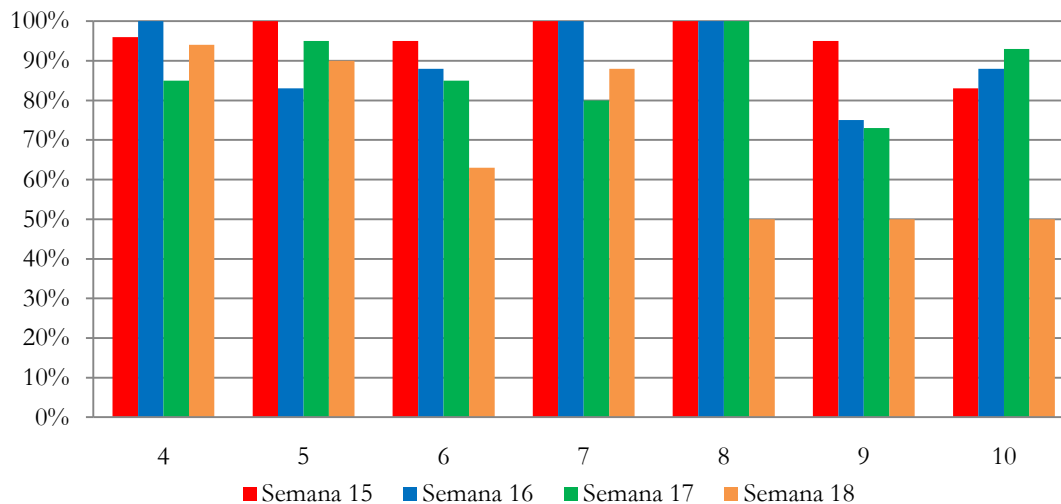


Fonte: elaboração própria

Ao observar os valores do FF diário de Abril, pode-se observar que as linhas 6, 8 9 e 10 obtiveram valores bastante insatisfatórios na semana 18 mas nas semanas 15, 16 e 17, estas linhas obtiveram valores bastante elevados o que permite conjurar que o desvio pode ter sido

comum a todas as linhas. De resto, somente as linhas 5 e 7 nas semanas 16 e 17, respectivamente, obtiveram valores que começam a ser insatisfatórios.

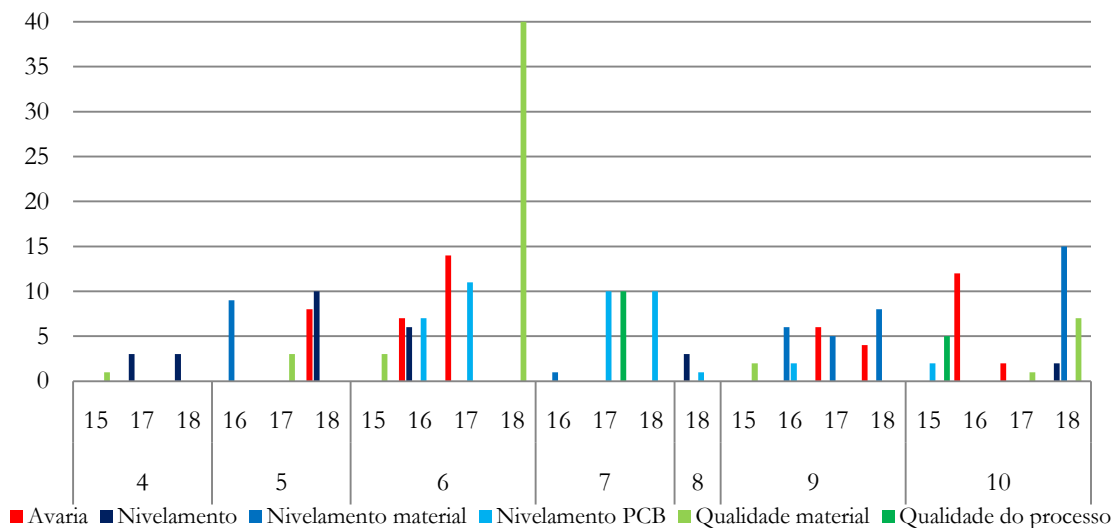
Gráfico 3 – Valores de FF semanal de Abril



Fonte: elaboração própria

Em termos de FF semanal as linhas 6, 8, 9 e 10 mantiveram valores muito insatisfatórios na semana 18, mas no entanto, as linhas 9 e 10, mas principalmente a 9 tiveram valores inferiores em relação ao FF diário. As linhas 5 e 7 mantiveram os valores em relação às semanas 16 e 17.

Gráfico 4 – Desvios ocorridos em Abril



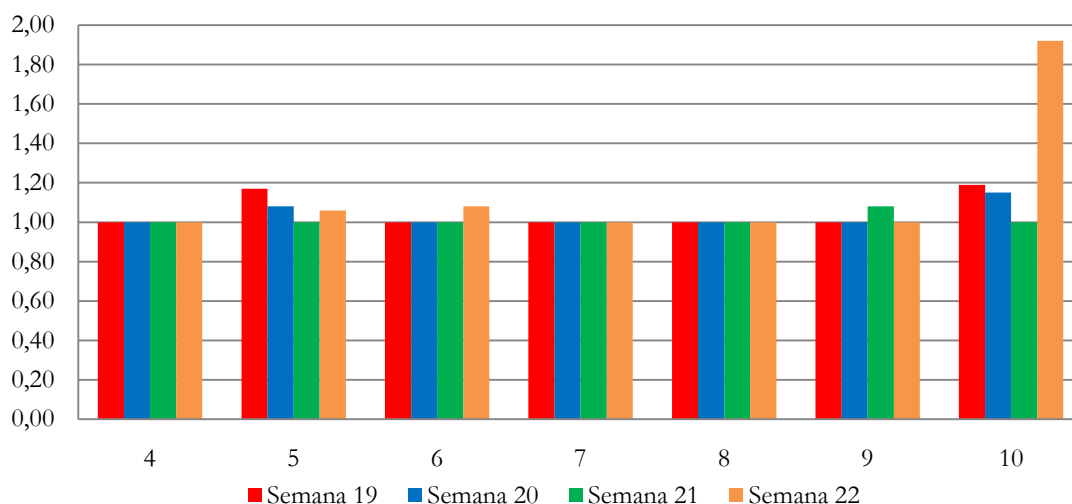
Fonte: elaboração própria

Em termos de registo de desvios não existe um valor a partir do qual se possa considerar um valor crítico, pois esta metodologia somente foi tida em conta neste momento.

Na figura 42 pode-se observar que na linha 6 na semana 18, ocorreu um número muito elevado de vezes o desvio qualidade de material.

Apresentados os resultados de Abril, seguidamente serão apresentados os valores recolhidos durante o mês de Maio em relação ao EPEI, FF diário e semanal e aos desvios ocorridos nas figuras seguintes.

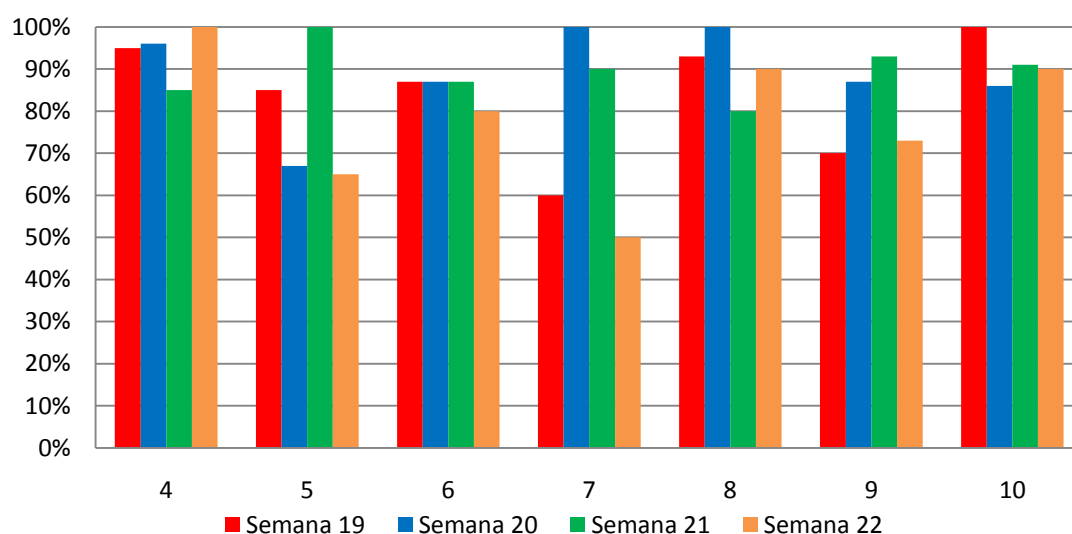
Gráfico 5 – Valores de EPEI de Maio



Fonte: elaboração própria

Pela observação da figura 43 pode-se verificar que as linhas 4, 7 e 8 atingiram o objectivo de EPEI=1 durante todas as semanas de Maio. As linhas 6 e 9 atingiram o mesmo objectivo em três das quatro semanas, mas no entanto os valores na semana da excepção não foram considerados elevados. Nas linhas 5 e 10 aconteceu o contrário, onde o objectivo só foi atingido por ambas as linhas na semana 21. No entanto a linha 10 teve um pior desempenho, pois obteve valores elevados nas semanas 19 e 21 e um valor muito elevado na semana 22, enquanto a linha 5 teve valores satisfatórios nas semanas 20 e 22, mas um valor elevado na semana 19.

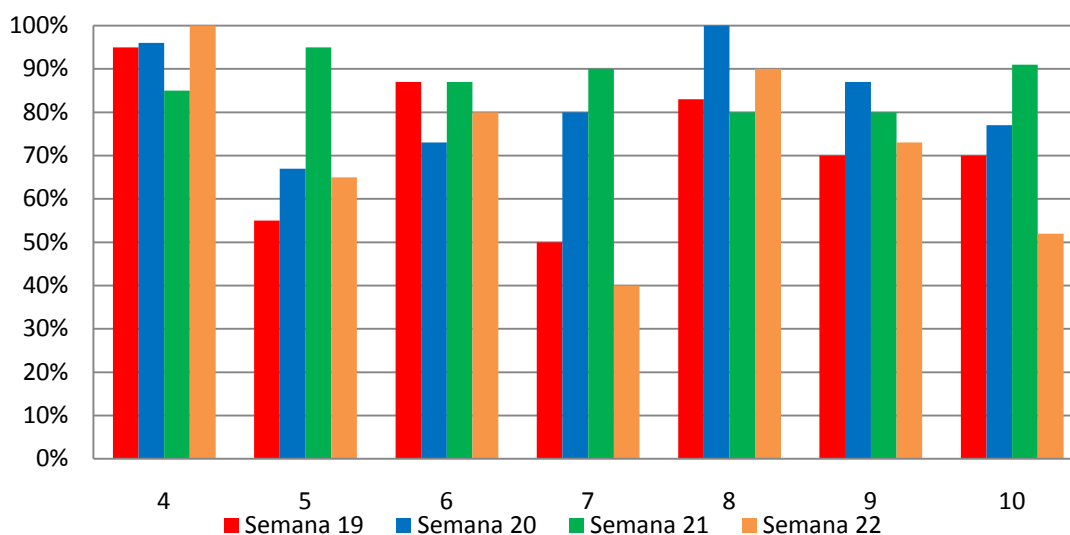
Gráfico 6 – Valores de FF diário de Maio



Fonte: elaboração própria

A linha 7 foi a que apresentou valores mais insatisfatórios em Maio, sendo estes atingidos nas semanas 19 e 22, assim como a linha 9 embora com valores mais elevados, mas abaixo do tolerado. A linha 5 também obteve valores baixos em termos de FF semanal nas semanas 20 e 22. Embora muitos dos valores recolhidos não tenham estado muito acima do valor tolerado, como foi o caso da linha 6 nas semanas 10, 20 e 21 e da linha 9 na semana 21 e da linha 10 nas semanas 20, foram aceites como satisfatórios.

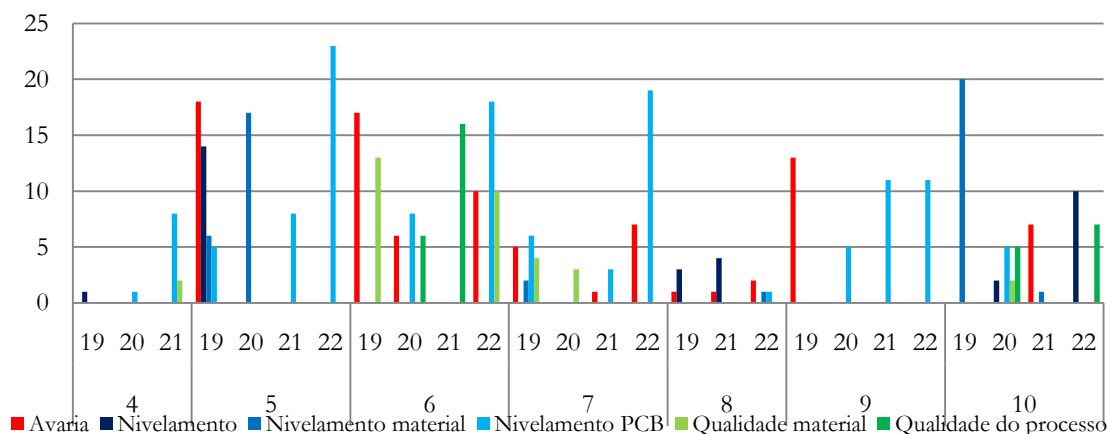
Gráfico 7 – Valores de FF semanal de Maio



Fonte: elaboração própria

A linha 7 foi a que teve resultados mais insatisfatórios nas semanas 19 e 22, tendo mesmo nesta última semana atingido um valor inferior a 50%. A semana 9 também não atingiu os objectivos nas mesmas semanas que a linha 7, muito embora com valores bastante superiores. A linha 10 não atingiu os objectivos nas semanas 19, 20 e 22, tendo atingido um valor bastante insatisfatório nesta última semana. A linha 5 nas semanas 19, 20 e 22 não atingiu o objectivo sempre com valores baixos de FF semanal. A linha 6 não atingiu o EPEI=1 na semana 20, mas com um valor relativamente alto.

Gráfico 8 – Desvios ocorridos em Maio



Fonte: elaboração própria

Em Maio houve um número maior de ocorrências de desvios em todas as linhas, embora sem a situação de “destaque” que houve durante o mês de Abril. As linhas onde houve um maior número de ocorrências de desvios foram as linhas 5 e 6, estando em evidência os desvios nivelamento de PCB na linha 5 e na linha 6 o desvio avaria, nivelamento de material e qualidade do processo. Na linha 7 destaca-se o desvio nivelamento PCB na semana 22 e na linha 10 o desvio nivelamento na semana 19.

De seguida pretende-se efectuar um estudo mais aprofundado linha a linha para se tentar se tentar aferir se é visível o impacto que determinado tipo de desvios pode ter em determinada linha. O que se pretende é comparar os valores dos indicadores de rendimento com os desvios e seu número de ocorrência.

6.2.2 Resultados específicos da linha

Tabela 5 – Resultados da linha 4 em Abril

	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18
EPEI	1,05	1	1,06	1,08
FF diário	96%	100%	90%	94%
FF semanal	96%	100%	85%	94%
Desvio (ocorrências)	QM (1)		N (3)	N (3)

Fonte: elaboração própria

Tabela 6 – Resultados da linha 4 em Maio

	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22
EPEI	1	1	1	1
FF diário	95%	96%	85%	100%
FF semanal	95%	96%	85%	100%
Desvio (ocorrências)	N (1)	NPCB (1)	NPCB (8)	
			QM (2)	

Fonte: elaboração própria

Ao observar-se os resultados da linha 4 durante os meses de Abril e Maio, verifica-se que o desvio que acontece mais vezes é o de nivelamento mas no entanto, o seu número de ocorrências é muito baixo. De seguida os desvios que ocorreram foram os de qualidade de material também com valores baixos e o nivelamento de PCB. Este último desvio, na semana 21, obteve um número bastante elevado de ocorrências (oito), quando comparado com a quantidade de ocorrências de outros desvios. Talvez este elevado número de ocorrências seja a causa de valores de FF diário e semanal, quase insatisfatórios.

De realçar a inexistência de desvios da categoria avaria.

Tabela 7 – Resultados da linha 5 em Abril

	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18
EPEI	1	1	1,06	1
FF diário	100%	83%	100%	90%
FF seminal	100%	83%	95%	90%
Desvio (ocorrências)		NM (9)	QM (3)	A (8) N (10)

Fonte: elaboração própria

Tabela 8 – Resultados da linha 5 em Maio

	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22
EPEI	1,17	1,08	1	1,06
FF diário	85%	67%	100%	65%
FF seminal	55%	67%	95%	65%
Desvio (ocorrências)	A (18) N (14) NM (6) NPCB (5)	NM (17)	NPCB (8)	NPCB (23)

Fonte: elaboração própria

Na linha 5 os valores foram algo insatisfatórios em termos de FF diário e semanal, principalmente nas semanas 19, 20 e 22. Na semana 19 houve quatro ocorrências de diferentes desvios tem o desvio avaria ocorrido dezoito vezes e o desvio nivelamento quatorze vezes. De notar que nesta semana ocorreram todos os tipos de desvios da categoria de nivelamento. Na semana 20 o desvio nivelamento de material ocorreu dezassete vezes sendo responsável por valores de FF bastante insatisfatórios. Na semana 22 por vinte e três vezes resultando em valores de FF também muito insatisfatórios.

De notar que a categoria de desvios por nivelamento é aquela que mais vezes ocorreu, tendo sido registadas praticamente em todas as semanas.

Tabela 9 – Resultados da linha 6 em Abril

	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18
EPEI	1	1	1	1,17
FF diário	95%	88%	90%	63%
FF seminal	95%	88%	85%	63%
Desvio (ocorrências)	QM (3)	A (7) N (6) NPCB (7)	A (14) NPCB (11)	QM (40)

Fonte: elaboração própria

Tabela 10 – Resultados da linha 6 em Maio

	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22
EPEI	1	1	1	1,08
FF diário	87%	87%	87%	80%
FF semanal	87%	73%	87%	80%
Desvio (ocorrências)	A (17)	A (6)	QP (16)	A (10)
	QM (13)	NPCB (8)		NPCB (18)
		QP (6)		QM (10)

Fonte: elaboração própria

Ao observarmos os resultados da linha 6 verifica-se que o pior resultado tanto em valores de EPEI, tanto em termos de FF diário e semanal foi atingido na semana 18 devido ao desvio qualidade de material, onde foram registadas quarenta ocorrências. O desvio nivelamento de PCB e avaria ocorreram conjuntamente nas semanas 16, 17, 20 e 22. Na semana 20 estes desvios foram responsáveis por um valor de FF semanal insatisfatório. Na semana 22 os mesmos desvios foram responsáveis por valores de EPEI, FF diário e FF semanal no limiar do insatisfatório.

Esta linha é a de maior quantidade de produção, e talvez por essa razão existam registos de todas as categorias de desvios nestas oito semanas.

Tabela 11 – Resultados da linha 7 em Abril

	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18
EPEI	1	1	1	1
FF diário	100%	100%	80%	88%
FF semanal	100%	100%	80%	88%
Desvio (ocorrências)		NM (1)	NPCB (10)	NPCB (10)
			QP (10)	

Fonte: elaboração própria

Tabela 12 – Resultados da linha 7 em Maio

	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22
EPEI	1	1	1	1
FF diário	60%	100%	90%	50%
FF semanal	50%	80%	90%	40%
Desvio (ocorrências)	A (5)	QM (3)	A (1)	A (7)
	NM (2)			
	NPCB (6)		NPCB (3)	NPCB (19)
	QM (4)			

Fonte: elaboração própria

A semana 19 e a 22 revelaram-se como as mais críticas em termos de indicadores, tendo atingido valores bastante baixos em termos de FF. O resultado da semana 19 provavelmente resulta da ocorrência de praticamente todos os tipos de desvios, enquanto na semana 22 o resultado provavelmente deve-se ao número bastante elevado de desvio de nivelamento de PCB conjugado com um valor um pouco elevado de avarias.

Na semana 17 e 18 os valores de FF são praticamente iguais. Esta diferença poderá ser explicada, pois na semana 17 o desvio qualidade do processo ocorreu conjuntamente com o desvio nivelamento de PCB, enquanto na semana 18 somente ocorreu o desvio nivelamento de PCB, embora no mesmo número de vezes.

De notar a presença quase constante de desvios da categoria de nivelamento nestas 8 semanas.

Tabela 13 – Resultados da linha 8 em Abril

	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18
EPEI	1	1	1	1
FF diário	100%	100%	100%	50%
FF semanal	100%	100%	100%	50%
Desvio (ocorrências)				N (3)
				NPCB (1)

Fonte: elaboração própria

Tabela 14 – Resultados da linha 8 em Maio

	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22
EPEI	1	1	1	1
FF diário	93%	100%	80%	90%
FF semanal	83%	100%	80%	90%
Desvio (ocorrências)	A (1)		A (1)	A (2)
	N (3)		N (4)	NM (1)
				NPCB (1)

Fonte: elaboração própria

Em termos de quantidade de ocorrências de desvios a linha 8 tem um número de ocorrências bastante baixo mas no entanto, na semana 18 obteve valores de FF diário e semanal na ordem dos 50%, tendo como responsáveis deste resultado os desvios nivelamento e nivelamento PCB. Na semana 21 tenha ocorrido uma avaria e o desvio nivelamento tenha ocorrido mais uma vez do que na semana 18 os mesmos indicadores somente atingiram o limiar do insatisfatório.

Uma possível razão sobre o facto de um pequeno número de ocorrências terem tão grandes efeitos nos indicadores de rendimento poderá residir no pequeno número de referências A que esta linha tem.

Tabela 15 – Resultados da linha 9 em Abril

	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18
EPEI	1	1	1	1
FF diário	95%	92%	93%	50%
FF seminal	95%	75%	73%	50%
Desvio (ocorrências)	QM (2)	NM (6)	A (6)	A (4)
		NPCB (2)	NM (5)	NM (8)

Fonte: elaboração própria

Tabela 16 – Resultados da linha 9 em Maio

	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22
EPEI	1	1	1,08	1
FF diário	70%	87%	93%	73%
FF seminal	70%	87%	80%	73%
Desvio (ocorrências)	A (13)	NPCB (5)	NPCB (11)	NPCB (11)

Fonte: elaboração própria

Ao observar-se os resultados da linha 9 verifica-se que a semana 18 foi a mais crítica tendo valores de FF bastante baixos. Verifica-se também que a categoria de desvios por nivelamento é a mais representada, pois somente na ocorre na semana 15 e na 19. Quando o FF diário ou o FF semanal obteve um resultado inferior a 80% o desvio avaria ocorreu três das cinco vezes em que se presenciou tal situação.

Tabela 17 – Resultados da linha 10 em Abril

	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18
EPEI	1,15	1	1,67	1,61
FF diário	91%	88%	97%	63%
FF seminal	83%	88%	93%	50%
Desvio (ocorrências)	NPCB (2)	A (12)	A (2)	N (2)
	QP (5)		QM (1)	NM (15)
				QM (7)

Fonte: elaboração própria

Tabela 18 – Resultados da linha 10 em Maio

	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22
EPEI	1,19	1,15	1	1,92
FF diário	100%	86%	91%	90%
FF seminal	70%	77%	91%	52%
Desvio (ocorrências)	NM (20)	N (2)	A (7)	N (10)
		NPCB (5)		
		QM (2)	NM (1)	QP (7)
		QP (5)		

Fonte: elaboração própria

A linha 10 foi aquela onde os resultados obtidos pelo EPEI foram piores, pois somente na semana 16 e na 21 o limite de tolerância não foi atingido.

Nesta linha os valores em termos de FF tanto diário como semanal variam muito. A semana 22 é onde se pode observar um caso extremo pois o resultado do FF diário foi de 90% e o semanal de 52%. Isto demonstra que houve mudanças muito grandes de planeamento durante a semana em causa. Outro caso onde isto se pode observar é na semana 19 onde provavelmente devido a grandes faltas de material (possível causa do desvio nivelamento de material que ocorreu vinte vezes) a produção teve de ser ajustada, daí o valor de FF diário de 100% e o de FF semanal de 70%.

Na semana 17 aconteceu a chamada “anomalia”, isto é, os lotes a produzir não existem em quantidades suficientes para serem produzidos todos os dias o que torna o seu valor de EPEI seja muito alto. Ao invés, na semana 18 os valores de EPEI e FF obtidos são muito insatisfatórios provavelmente com problemas com o material quer em termos de nivelamento quer de qualidade.

7. Conclusão

A nível pessoal, com a realização deste projecto como parte da equipa de LOG-P numa grande empresa como a *Bosch Car Multimedia* foi possível descobrir e utilizar a descoberta da filosofia da produção magra da minha parte, o que permitiu que esta oportunidade se tornasse uma experiência bastante enriquecedora, onde foi possível adquirir muitos conceitos e experiências com mais-valia para a vida profissional futura.

Este projecto permitiu observar que é tão importante que os processos produtivos e logísticos tenham a qualidade como um objectivo, como a qualidade do produto em si, pois só com processos de qualidade se pode obter produtos com qualidade. Para estes processos terem qualidade é necessário efectuar controlos sobre os mesmos de modo a que a qualidade seja mesmo uma meta para assim se poder assegurar as necessidades dos clientes.

Neste estudo foi possível observar-se uma muito forte presença de desvios da categoria de nivelamento. Tendo por base este panorama uma metodologia bem estruturada para resolver estes problemas poderá poupar uma grande quantidade de dinheiro, isto é, a resolução deste tipo de desvios é uma excelente oportunidade de melhoria.

Uma das conclusões que se pode aferir é que o peso das referências A pode determinar os valores dos indicadores de rendimento. Por exemplo na linha 4 ocorreu o mesmo desvio e igual número de vezes na semana 17 e na 18, no entanto os valores obtidos de EPEI e FF foram diferentes.

Numa avaliação global a implementação desta metodologia demonstrou ser de grande importância pois permitiu que os procedimentos em relação ao registo da produção e de desvios ficassem padronizados, possibilitando uma mais fácil tomada de decisão e a criação de uma base de dados de desvios mais fiável.

Propostas para desenvolvimentos futuros

Passagem para células de produção

Muitas linhas têm vários tipos de registo de desvios. Uma das possíveis causas para que isto aconteça é a linha de produção ser algo extensa, problema que poderá ser resolvido passando de linha para células de produção de modo a permitir uma maior flexibilização da produção.

Categoria avaria

Como foi dito no capítulo 5 LOG-P não expandiu a categoria de avaria pois não tinha conhecimentos para o fazer, o que poderá servir como uma oportunidade para um trabalho futuro.

Continuação da categorização

Uma possível proposta de continuidade do trabalho poderá ser utilizar este trabalho como um ponto de partida para um melhor conhecimento dos processos e suas falhas, expandindo esta categorização existente quer seja pela criação de novas subdivisões, quer pela criação de novas categorias.

8. Referências

8.1 Referências bibliográficas

- Alves, J. M., (2002). *O sistema Just-In-Time reduz os custos do processo produtivo*, Instituto de fomento e coordenação industrial.
- Borror, C. M., (2009). *The certified quality engineer handbook* (3rd edition), American Society for Quality
- Crosby, P. B. (1979). *Quality is free*, McGraw-Hill
- Deming, W. E. (1986). *Out of the crisis*. (2nd edition), MIT, Center for Advanced Educational services
- Drew, J., Hallum, M., Humeau, B., Jacquemont, D., Leplivier, V., Mériaux, B., Tilley, J., (2005). *Beyond cords and cards – Five powerful ideas that really drive the Toyota production system*, McKinsey & Company Automotive & Assembly Extranet.
- Evans, J. R., Lindsay, W. M., (2002). *The management and control of quality* (5th edition), South-Western
- Feigenbaum, A. V., (1961). *Total Quality Control*, McGraw-Hill
- Fullerton, R. R., McWatters, C. S. (2000). The production performance benefits from JIT implementation, Journal of Operations Management
- Glenday, I. (2005). *Moving to flow*, IEE manufacturing engineer.
- Goetsch, D. L., Davis, S. B., (1994) *Introduction to total quality – Quality, productivity, competitiveness*, Prentice Hall
- Goetsch, D. L., Davis, S. B., (2003) *Introduction to total quality – Quality management for production, processing and services* (4th edition), Prentice Hall
- Gross, John M., McInnis, Keneth R. (2003). *Kanban made simple – Demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing system*, American Management Association.
- Hall, R. W., (2004). *"Lean" and the Toyota Production System*. Association for Manufacturing Excellence.
- Ishikawa, K. (1985). *What is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice Hall.
- Juran, J. M., Godfrey, A. B., (1999) *Juran's Quality Handbook* (5th edition), McGraw-Hill
- Liker, J. K., (2004). *The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*, McGraw-Hill.

- Merli, G. (1995). *Breakthrough Management: How to Convert Priority Objectives into Results*, Wiley & Sons.
- Nof, S. Y., Wilhelm, W. E., Warnecke, H., (1997) *Industrial Assembly*, Chapman Hall
- Ohno, T., Mito, S. (1986). *Just-In-Time for today and tomorrow*, Productivity Press.
- Omachonu, V. K., Ross, J. E., (2004) *Principles of total quality* (3rd edition), CRC Press
- Pareto, V., (1919). *Manuale di economia politica con una introduzione alla scienza sociale*, Milano: Societa Editrice Libreria
- Productivity Press Development Team, (2002). *Kanban for the shop floor*, Productivity Press Development Team.
- Ross, P. J. (1996). *Taguchi techniques for quality engineering* (2nd edition), McGraw-Hill
- Shetty, Y. K., Buchler, V. M., (1987). *Quality productivity and innovation – strategies for gaining competitive advantage*, Elsevier Science Publishing
- Shewhart, W. A. (1931). *Economic control of quality of manufactured product*, D. Van Nostrand Company, Inc.
- Spear, S. (2004). *Lição de liderança*. Novas tendências, Reuters
- Taylor, F. W. (1911), *The Principles of Scientific Management*, Harper & Brothers
- Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D. (1991). *The machine that changed the world*, Ed Rawson Associates.

8.2 Referências electrónicas

<http://www.vision-lean.pt/lean-manufacturing/mudas-production-classique/>, consultado em Maio de 2011. ^[A]

<http://www.vision-lean.pt/lean-manufacturing-accao/heijunka/>, consultado em Maio de 2011. ^[B]

http://www.moderare.com.br/produtos_detalhes.php?id=31, consultado em Maio de 2011. ^[C]

http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/, consultado em Abril de 2011. ^[D]

<http://www.bosch.pt/content/language1/html/3396.htm>, consultado em Abril de 2011. ^[E]

Anexos

Anexo I – Exemplo de ficheiro de registo de desvios

[illegible]